



Delft University of Technology

Houtbouw Amsterdam

Verkenning naar bouwen met hout in de gebiedsontwikkeling

Prins, Erjen; van Roeden, Sam; van der Lugt, P.

Publication date

2021

Document Version

Final published version

Citation (APA)

Prins, E., van Roeden, S., & van der Lugt, P. (Ed.) (2021). *Houtbouw Amsterdam: Verkenning naar bouwen met hout in de gebiedsontwikkeling*. Gemeente Amsterdam.

Important note

To cite this publication, please use the final published version (if applicable).
Please check the document version above.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

Takedown policy

Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights.
We will remove access to the work immediately and investigate your claim.

*This work is downloaded from Delft University of Technology.
For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to a maximum of 10.*



GEMEENTE
AMSTERDAM

FEBRUARI 2021

X
X
X

_HOUTBOUW AMSTERDAM

VERKENNING NAAR BOUWEN MET HOUT IN DE GEBIEDSONTWIKKELING

Afbeelding voorblad

Stories,
Buiksloterham

Bron:
Olaf Gipsen Architects

Afbeelding achterblad

Bos in Letland

Colofon

Datum van publicatie:
Februari 2021

Auteurs:
Erjen Prins
Sam van Roeden

Inhoudelijk editor:
Pablo van der Lugt - TU Delft/ AMS Institute

Vormgeving:
Arthur van der Laaken

Projectteam Houtbouw:
Erjen Prins
Sam van Roeden
Balthasar Klimbie
Desirée Bernhardt
Arthur van der Laaken
Jeroen van der Waal
Paco Bunnik

Afbeeldingen zonder bronvermelding afkomstig van Arthur van der Laaken

“Our buildings generate 40% of our emissions. They need to become less wasteful, less expensive and more sustainable. And we know that the construction sector can even be turned from a carbon source into a carbon sink, if organic building materials like wood and smart technologies like AI are applied.”

Ursula von der Leyen - State of the union speech 2020

“[Z]eker tweederde van de miljoen benodigde woningen kunnen in bestaand bebouwd gebied worden bijgebouwd, misschien wel meer. En als je die dan bouwt, gebruik dan vooral hout en veel minder beton. Wereldwijd is de productie van beton voor 10 procent van de CO2-uitstoot verantwoordelijk. Houtbouw betekent opslag van CO2 en levert ook veel flexibelere gebouwen op.”

Floris Alkemade - NRC, “We leven in buitengewoon revolutionaire tijden”, 16 juni 2020

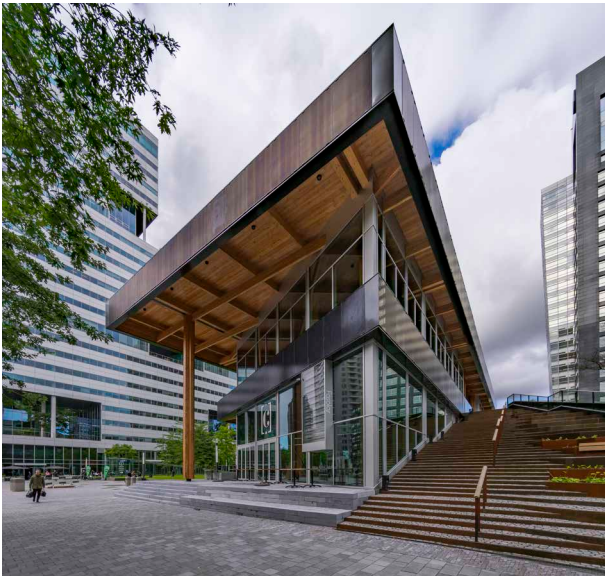
„Met hout bouw je prachtige woningen, grotendeels in de timmerfabriek, waardoor je veel minder bouwoverlast in de buurten hebt. Het materiaal is licht, zodat je houten woningen op bestaande woningen kunt zetten. Je kunt de woningen ook gebruiken als wisselwoning tijdens renovaties.” En mochten ze overbodig worden, dan haal je de houten woningen zo weer uit elkaar.

„Of je rijdt ze gewoon ergens anders heen.”

Floris Alkemade - NRC “Wonen in hofjes en op je 60ste naar school”, 10 juli 2020

Inhoudsopgave

_Voordelen houtbouw voor de stad	6	_Assemblage	64
_Houtbouw Misvattingen	7	_Gebruik	70
0. inleiding	8	_Demontage en hergebruik	74
1. eigenschappen hout en bos	12	5. uitdagingen	78
2. Historie houtbouw	20	6. conclusie	90
_Houtbouw nu	24		
_Houtbouw in de 21ste eeuw	25		
_Massief hout versus HSB	25		
_Soorten Houtbouw	26		
_Referenties historische houtbouw	28		
_Referenties hedendaagse houtbouw	30		
3. meer dan een materiaal	36		
_Kansen voor de stad	38		
_Kansen voor land	39		
_Kansen voor klimaat	40		
_ De stad als sleutel om de bouw te verduurzamen	41		
_Referenties extenties en renovatie in hout	42		
4. van wieg tot graf	46		
_Houtproductie	48		
_Fabricage	56		



Circl op de Zuid-as in Amsterdam. Architect: de Architecten Cie. Bron: DERIX-groep.

Voordelen houtbouw voor de stad

Lichtgewicht

Hout is licht van gewicht, daardoor is het materiaal bij uitstek geschikt om de stad te verdichten. Denk aan het optoppen van bestaande gebouwen, bouwen op slappe ondergronden, bouwen op moeilijk bereikbare plekken. Ook bespaar je hierdoor op funderingskosten. Ook ten aanzien van het vervoer is dit voordelig.

Minder bouwoverlast

Houten gebouwonderdelen, zelfs hele woningen, kunnen in zijn geheel in de fabriek worden geprefabriceerd. Als een bouw pakket worden deze op de bouwplaats aangeleverd. Dit levert aanzienlijk minder bewerkingen op de bouwplaats op. Dit leidt tot minder bouwoverlast qua geluid, uitstoot van stoffen en afval. Daarnaast zorgt het lichtgewicht en prefabricage tot wel 6x minder vervoersbewegingen naar de bouwplaats toe en neemt de totale bouw tijd aanzienlijk af. Bouwen met hout betekent minder bouwoverlast voor de omgeving.

Flexibiliteit

Houtbouw is eenvoudig te ontwerpen met droge verbindingen in demontabele vorm. Bovendien is hout goed bewerkbaar. Dit betekent dat onderdelen van massief houten gebouwen goed zijn aan te passen en bij demontage her te gebruiken voor een tweede leven als woning of ander houtproduct. Doordat de hoofd draagconstructie wanden en vloeren niet worden blootgesteld aan weer en wind gaan deze producten heel erg lang mee. Tot wel honderden jaren. Dit maakt het materiaal uitermate geschikt om circulair te bouwen.

Stikstof

De stikstof crisis heeft de bouwsector in 2019 volledig stilgelegd. Bouwen met hout heeft hierin veel potentie, namelijk door het lichte gewicht en de hoge mate van prefabricage wordt er op de bouwplaats zelf nagenoeg geen aanpassingen gedaan. Zwaar gereedschap is niet nodig en in de meeste gevallen is een elektrische hijskraan voldoende. Op de bouwplaats van een massief houten gebouw wordt daardoor nauwelijks stikstof uitgestoten waardoor er ook gemakkelijk in de buurt van Natura2000 gebieden gebouwd kan worden.

Gezond wonen

Met houtbouw haal je de natuur letterlijk in je gebouw. Verschillende onderzoeken laten zien dat een houten gebouw mentaal en fysiek tot een gezonder klimaat leidt. Hout zorgt voor een betere en stabielere lucht- en vocht circulatie. Het in zicht laten van houten gebouwdelen draagt bij aan een mentaal gezondere omgeving.

Houtbouw misvattingen

Brandveiligheid

Is een houten gebouw wel brandveilig genoeg? Dat is één van de eerst gestelde vragen als het over houtbouw gaat. Hout is een materiaal dat brand en houten huizen worden als brandbaarder gezien dan betonnen huizen. Dat is immers ook één van de redenen dat er vanaf de Middeleeuwen grootschalig is overgestapt op stenen bouwproducten. Met de innovatie van kruislaaghout is dat echter verleden tijd. Massief hout zoals CLT heeft een hoge brandwerendheid waardoor huizen van massief hout even brandwerend zijn als betonnen huizen.

Levensduur

Gaat een houten huis wel lang genoeg mee? Houten huizen worden als kwetsbaarder geacht, met een minder lange levensduur. Huizen van massief hout hebben dezelfde levensverwachting als betonnen huizen. Daarnaast zijn bijna alle Amsterdamse grachtenpanden voorzien van een houten draagconstructie van hout en die staan al meer dan 400 jaar. Houten huizen gaan niet minder lang mee dan betonnen huizen.

Slechte Akoestiek

Hout is licht, heeft minder massa en laat dus meer geluid door dan beton. Een houten gebouw akoestisch goed ontwerpen is een van de grootste uitdagingen voor de architect. Veel oplossingen zijn voorhanden. Verwachting is dat deze oplossingen de komende jaren verder gestandaardiseerd worden.

Bossen

Hout dat in de bouw gebruikt wordt komt niet uit de tropen. Verreweg het grootste deel komt uit Europa en bestaat voornamelijk uit de zachtere snelgroeiende houtsoorten. Houtbouw leidt ook niet tot een afname van bossen. Aan de basis van een gezonde houtbouwsector ligt verantwoord bosbeheer. Dit moet juist leiden tot een verbetering en uitbreiding van het bos omdat de houtbouw industrie bescherming biedt. Op dit moment groeit het Europese bos, en dat is al een paar decennia aan de gang. Daarnaast is er voorlopig genoeg jaarlijkse bijgroei in het Europese bos om over te stappen op houtbouw. Cruciaal is het gebruik van duurzaam gecertificeerd hout. Daarmee wordt het gebruik van regeneratief hout geborgd en dus het behoudt van de bossen. In Nederland is het gebruik van deze certificering de standaard: 90% van het gebruikte hout is duurzaam gecertificeerd.

0_HOUTBOUW AMSTERDAM

inleiding

Houtbouw heeft de aandacht. Waar het klassieke materiaal in de 20e eeuw sterk naar de achtergrond is gedrukt en zich beperkte tot trappen, kozijnen, gevellijsten en dakkapellen - sieren houten gebouwen als architectonische hoogstandjes weer regelmatig de covers van magazines. Deze vrij plotselinge ontwikkeling heeft meerdere redenen en moet niet gezien worden als een opzichzelfstaande trend.

Hout is opslag van CO₂, het is hernieuwbaar, het vormt landschappen, is flexibel, licht en sterk, heeft een grote toepasbaarheid en heeft unieke esthetische kwaliteiten. Bovendien is door innovatie in de jaren 90 hout geschikt gemaakt om grootschalig, complex, modulair en de hoogte in te bouwen. Deze ontwikkelingen maken hout een goed toepasbaar bouwproduct voor de 21e eeuw. Dat klinkt veelbelovend, niet zo vreemd dus dat er aandacht voor is.

Tegelijkertijd is hout geen onbekend product, het is immers één van de oudste bouwmaterialen die er is en heeft culturen en tradities gevormd. Toch heeft houtbouw nog een behoorlijk onbeduidende positie in de bouwsector. Houtbouw is vooral terug te zien bij particulieren of als portfolio-projecten van marktpartijen voor in de magazines. Tekenend voor de positie van houtbouw is de vraaggedreven lobby in plaats van aanbodgedreven. De roep om houtbouw komt dan ook vanuit een maatschappelijke overtuiging. De herboren aandacht is in sterke mate aangewakkerd door een groot en groeiend publiek van burgers, opdrachtgevers, ontwikkelaars en architecten die in hout een antwoord zien op de klimaatproblematiek waar de bouwsector - zoals bekend - een groot aandeel in heeft. Houtbouw heeft een duurzaam imago doordat het CO₂ opslaat in plaats van uitstoot en lijkt een deel van het antwoord te hebben. Daar is veel aandacht voor - en terecht - maar hout heeft meer te bieden dan dat.

Bouwen met hout - meer dan een materiaal

Hout is op een complexe wijze vervlochten met alle vormen van leven. De gecultiveerde positie van hout in onze maatschappij, zijn ecologische waarde en zijn rol ten aanzien van het klimaat zijn evident. Bouwen in hout betekent daarom een impact die verder reikt dan andere bouwmaterialen als steen, beton en staal. De toepassing van hout als bouwproduct is maar één van de vele functies van hout op deze planeet. Hout is meer dan een handelswaar. Het is veelzijdig en zijn invloeden spelen van het moleculaire niveau tot het landschappelijke en van toren tot aan warmtebron. Dit betekent een specifieke verantwoordelijkheid en een andere benadering waarbij ontwerpen door de schalen heen een nieuwe en bredere betekenis krijgt. De keten is wederkerig, in alle richtingen afhankelijk en beïnvloedend, en heeft de potentie om op al die niveaus een stevigere bijdrage te leveren aan het leven op deze planeet. De potentie ligt in een robuuste en ontwikkelde houtbouw keten met als resultaat een unieke symbiose tussen natuur, techniek en cultuur.

Aanzetten tot houtbouw geeft bossen een sterker economisch label. Dit maakt conserveren en uitbreiden van veerkrachtige en bestendige bossen door hoge ecologische waarden noodzakelijk. Ook voor de stad zelf liggen er kansen, waar later uitgebreid op in wordt gegaan. De prestaties van hout vooral toekennen aan de duurzaamheidsprestaties doet geen recht aan het product. Bovendien gelden er ten aanzien van duurzaamheid randvoorwaarden die vanuit de gehele keten beschouwd en beoordeeld moeten worden. Door het verhaal over hout breder te trekken ontstaat een genuanceerder, completer en rijker verhaal.



Om gefundeerd in te zetten op houtbouw is een benadering nodig die de stedelijke en regionale grenzen overstijgt. Dan kan houtbouw groeien tot zijn volle potentieel en volledig worden ingezet om zijn onderscheidende kwaliteiten en maakt het de keuze voor houtbouw in de 21e eeuw vanzelfsprekend. Houtbouw brengt tegelijkertijd door zijn integrale verwevenheid het bewustzijn om gebouwen niet als een object te zien maar als onderdeel van het grote geheel, van het systeem. Dit betekent een besef van de rolverdeling en de verantwoordelijkheden binnen het uitgebreide speelveld, maar ook van de kansen en valkuilen van houtbouw voor stad, land en klimaat. Dat gaat niet zonder randvoorwaarden en kennis van zaken.

Doel onderzoek

Dit document moet inzicht bieden en helpen bij de positiebepaling van de gemeente Amsterdam in het maken van keuzes ten aanzien van de ontwikkeling van het houtbouwdomain en de rol van de gemeente daarin. Hoe sluit houtbouw aan bij de gemeentelijke vraagstukken, waar zitten de kansen, wat zijn de obstakels.

Kennis van houtbouw in Nederland is anno 2020 sterk versnipperd, onvolledig en niet onafhankelijk. Partijen binnen de bouw- en ontwikkelsector zijn veelal autonoom bezig met het verkennen van houtbouw, zo ook wij. Van gespecialiseerde kennisinstituten, leerstoelen, scholing (op alle niveaus) is in Nederland vrijwel geen sprake. Houtbouw speelt zich af in de marge, en beschikt nog niet over het fundament voor een aanzienlijke opschaling, terwijl houtbouw juist nu het momentum heeft. Bij het opstarten van dit onderzoek was dit de snelle conclusie. Het heeft ons doen besluiten om deze white paper te schrijven als basisdocument. De paper benaderd het verhaal over houtbouw vanuit een breed perspectief, niet direct gericht op de gemeentelijke organisatie zelf, maar algemener vanuit de rol van de stad als entiteit en de afhankelijkheden en verantwoordelijkheden van spelers en domeinen binnen het systeem. Ten eerste kijken we naar wat hout en wat houtbouw is en wat houtbouw heeft betekend vanuit historisch perspectief. Dit schept niet alleen een beeld van de mogelijkheden van houtbouw maar ook van de ontwikkeling van de bouwsector en de sturende rol die de stedelijke regio heeft ten aanzien van het gebruik van bouwmaterialen en aanjagen van bouw- en materiaalsectoren. Vervolgens koppelen we dit aan de maatschappelijke uitdagingen en ambities voor de toekomst. Hoe kan houtbouw bijdragen om de stad van morgen te realiseren?

Het tweede deel van de paper gaat in op de houtbouwketen. Ieder onderdeel in de keten behandelend - productie, fabricage, assemblage, gebruik, demontage - biedt dit zicht op de verwevenheid van houtbouw binnen het grotere systeem, wat er goed gaat maar ook waar het nog tekortschiet.

Het derde en laatste deel belicht de aandachtspunten, misvattingen en valkuilen van bouwen in hout. De potentie van houtbouw lijkt groot, aansluiting bij huidige vraagstukken lijken evident, opschaling blijkt nog lastig, wat moeten we daar als stad mee? Hoe verhoudt houtbouw zich tot de gemeentelijke doelstellingen en ambities.



A vertical strip on the left side of the page showing a detailed wood grain texture in shades of brown and tan.

EIGENSCHAPPEN HOUT EN BOS

A large white L-shaped graphic on an orange background. The vertical part of the 'L' is positioned to the left of the title, and the horizontal part extends to the left, ending in a diagonal cut-off.

Bomen zijn karakteristiek. Ze laten zich in in de essentie kenmerken door de vorm van stam met kroon. De boom bestaat uit een houtig deel als structuurvormend element en een groen deel als blad of naald. Eigen aan de boom is dat deze onder 'ideale' omstandigheden recht de hoogte in groeit, maar zich eenvoudig aanpast aan de situatie als dat nodig is. Bomen zijn zodanig ontworpen dat ze kracht en flexibiliteit op ingenieuze wijze kunnen combineren waardoor ze zich eenvoudig aan de omgeving aanpassen.

1_EIGENSCHAPPEN HOUT EN BOS

Wat is een boom en wat biedt het?

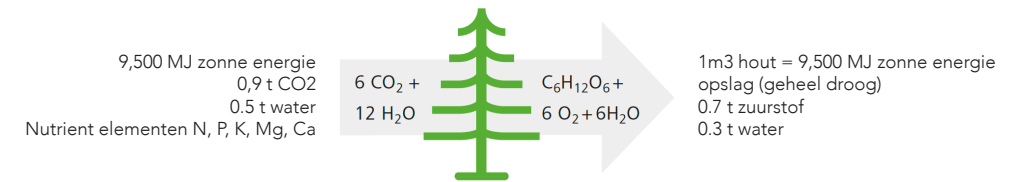


Bomen kunnen in twee groepen worden onderscheiden, de naaldbomen en de loofbomen. Naaldbomen staan ook wel bekend als de zachthouten soort, loofbomen als de hardhouten soort. Deze onderverdeling is in gevallen misleidend want er bestaan zachte hardhouten soorten en harde zachthouten soorten.

Wereldwijd zijn er meer dan 60.000 verschillende boomsoorten te vinden, ieder met zijn unieke generieke set aan morfologische en genetische eigenschappen. Individuen binnen een soort vertonen overeenkomsten op basis van deze eigenschappen. Binnen soorten zitten desondanks duidelijke verschillen, dat is de natuurlijke variatie. Binnen eenzelfde populatie uit zich dat op lokaal niveau in kleine en subtiele variaties. In het geval van een vergelijk van eenzelfde populatie maar met zeer onderscheidende biotische en abiotische omstandigheden - denk aan klimaat, ondergrond, landschapstype, bosbeheer, samenstelling flora en fauna - zijn die verschillen logischerwijs groter. Een spar op de Veluwe zit anders in elkaar dan een spar uit Het Zwarte Woud. Dit maakt hout van een bepaalde soort uit de ene regio - vanwege gunstiger condities - mogelijk geschikter voor een bepaalde toepassing dan die van dezelfde soort uit een andere regio. Visie op het bos en dus het bosbeheer speelt hier een belangrijke rol. Als overheid, opdrachtgever en/ of ontwerper is dat belangrijk om te beseffen. Het ene bos is het andere niet.

Het groeiproces

Een boom heeft water, licht, CO_2 en mineralen nodig om te groeien. Door de combinatie van water, licht en CO_2 vormt de boom glucose, deze levert de energie die wordt opgeslagen in de boom in de vorm van hout waardoor een boom groeit. De welbekende fotosynthese. Bomen moeten dus de lucht in zodanig dat de kruin genoeg zonlicht opvangt. De stam brengt de boom de hoogte in. Het vormt de verticale brug die de wortels in de vruchtbare en waterrijke ondergrond met de kruin - die het zonlicht opvangt - verbindt. Mineralen en water voor het aanmaken van nieuw blad wordt door de wortels uit de bodem onttrokken. Via cellen in de stam transporteert de boom dit naar boven. Blad vangt het zonlicht op, onttrekt CO_2 uit de lucht en slaat het op (1 ton CO_2 per 1m^3). Elk jaar groeit er bij de boom nieuw hout. Hiermee produceert de natuur een bouw materiaal dat regeneratief is en, mits goed beheerd, onuitputtelijk. Bij ontbinding of brand geeft de boom zijn stoffen weer af aan de natuur waar jonge bomen de grondstoffen weer tot zich nemen. Een circulair proces.



Mechanica van de boom

Een boom wil zijn energie zo efficiënt mogelijk aanwenden om het groeiproces zo goed en snel mogelijk te laten verlopen. Daar staat wel tegenover dat als een boom groeit het zwaarder en vatbaarder wordt. Dit betekent dat een boomstam genoeg stijfheid nodig heeft om niet door te hangen door het eigen gewicht; de kroon flexibel is zodat de boom kan bewegen ten behoeven van het opvangen van windstoten; tegelijkertijd sterk is zodat de tak of stam niet breekt; het moet taai zijn in het geval van beschadigingen; en bovenal zo licht mogelijk door een minimum aan hout. Alles in de boom is perfect op elkaar afgestemd en dus zeer economisch. Oftewel bomen zijn ingenieuze ontworpen structuren waarin kracht en flexibiliteit centraal staan. De kern van deze eigenschappen zit in de microscopische structuur van de celwanden.

Microscopisch niveau van hout

Het hout in de boom is cellulair. Dit betekent dat het is opgebouwd uit cellen. Het hout biedt sterkte, het heeft een transportfunctie en het slaat voedingsstoffen op. Dezelfde cellen die gebruikt worden voor transport voorzien de boom ook van de constructieve eigenschappen. Een boom bestaat uit een heleboel minuscule cellen met een stevige celwand. Deze cellen liggen in verticale richting en vormen holle buizen die dicht op elkaar gedrukt zitten. Het holle karakter van de cellen geeft het hout lucht, dus extra volume, en ook stijfheid. Immers holle constructies zijn beter bestand tegen knikken dan massieve staven. Daarnaast fungeren de cellen als de aderen waarlangs de boom water en mineralen transporteert. Naarmate een boom ouder wordt veranderen de functies van de individuele cellen. Saptransport en opslag van voeding komt voor rekening van het jongste hout. Dat is het spinhout en vormt zich aan de buitenkant van de boom. Het oudste spinhout verhout of verkernt tot kernhout. Kernhout is het sterkste en meest duurzame hout en voorziet in de sterkte en stijfheid van een boom. x

Houtcellen hebben een relatief hoge dichtheid en in de richting van de vezels is het hout erg sterk. Kruislings is de sterkte veel minder, dat maakt dat de richting van de vezels sterk bepalend is voor de draagkracht en de stijfheid van de boom. De sterkte en het gewicht van het hout wordt bepaald door de dikte van de celwand en dichtheid van cellen. Hoe dikker de celwand en hoe hoger de celdichtheid des te zwaarder en sterker het hout. Wat hout uniek maakt is dat het relatief sterk is ten opzichte van het gewicht. Vuren hout is maar 450 kg per m^3 terwijl beton 2400 kg per m^3 weegt. En dat te bedenken dat de draagsterkte in de richting van de vezels even sterk is als de draagsterkte van beton.

Brand en het bos

Een belangrijke eigenschap van hout is dat bij verbranding de buitenste schil verkoold. De verkooling biedt het hout een bescherm laag waardoor de kern niet verbrand en de overlevingskans van de boom wordt vergroot. Daarnaast vertraagt dit het verbrandingsproces en beperkt het de hitte-ontwikkeling waarmee verspreiding van de brand wordt afgeremd. Bomen fungeren op deze manier als een groen schild voor het achterliggende bos. De ene boomsoort is beter bestand tegen brand dan de andere. Over het algemeen geldt hoe lichter de houtsoort en jonger de boom, hoe sneller de inbrandsnelheid. In het bosbeheer kan hier rekening mee gehouden worden door bijvoorbeeld bomen te planten die van nature brand goed kunnen weerstaan. Deze kunnen dan dienen als een natuurlijk schild voor het bos of juist voor bebouwd gebied.

In sommige omstandigheden en in bepaalde typen bossen - vaak drogere klimaten zoals in Californië - zijn kleine bosbranden in de vorm van loopvuren zelfs wenselijk. Om de zoveel jaren zorgen loopvuren ervoor dat de lagere onderbegroeiing verbrand wordt. Hierdoor wordt een te hoge dichtheid aan begroeiing voorkomen. Te hoge en dichte onderbegroeiing kan er voor zorgen dat bij brand de temperaturen hoog oplopen en het vuur hoger uitslaat waardoor de boomkroon vlam vat. Juist de boomkroon is vatbaar voor brand, de stam is veel minder vatbaar door de massa en het verkolingsproces. Dunnere takjes vatten immers sneller vlam en verbranden door en door. Oftewel loopvuren zijn geschikt om onderbegroeiing te verbranden zonder dat de boom zelf in gevaar komt omdat het vuur de kroon niet bereikt en het loopvuur te licht is om de stam echt aan te tasten. Bossen blijven hierdoor opener van structuur wat ten goede komt aan de vitaliteit van het bos. In Californië was het bosbeheer van de 20e eeuw sterk gericht op intensieve brandbestrijding waarin branden zoveel mogelijk geblust zijn. Deze aanpak leidt er toe dat daar nu grote allesverwoestende bosbranden woeden omdat de bossen door te dichte begroeiing geen weerstand meer kunnen bieden. Dat in combinatie met lange periodes van droogtes en hitte maakt het geheel kwetsbaar. Ook het klimaat in Europa is de komende decennia sterk aan verandering onderhevig. De zomers worden droger en heter. Dit betekent extra aandacht hiervoor in het bosbeheer.

Ecologie

Een vitaal bos is een bos dat door zijn opbouw en condities goed weerstand biedt aan de elementen en voorziet in een rijke biodiversiteit. Een gezond bos verbindt (en scheidt) individuen, arrangeert ontmoetingen, is voertuig voor leven, werk en jacht. Het geeft ecologie de ruimte. Bossen herbergen wereldwijd 80% van de biodiversiteit op het land. Bomen nemen daarin als vanzelfsprekend een belangrijke rol in. Ze bieden beschutting, een leefplek en voeding in de vorm van vruchten en mineralen. Bomen vormen op zichzelf een biotoop doordat het bacteriën, schimmels en dieren aantrekt welke op hun beurt weer andere organismen aantrekken. De ene boomsoort draagt overigens meer bij aan de biodiversiteit dan de andere. Zo leven er op platanen maar heel weinig dieren en mossen en staan deze niet bekend om hun ecologische meerwaarde. Ook de samenstelling van bossen zijn zeer bepalend voor de graad van biodiversiteit. Er wordt onderscheidt gemaakt tussen productiebossen, natuurlijke bossen en oerbossen. In Nederland zijn alle bossen van oorsprong productiebossen, geplant begin 20e eeuw. De vorm van bosbeheer is heel bepalend voor het type bos. Tegenwoordig ligt in Nederland de nadruk op het omvormen van productiebossen naar meer natuurlijke bossen, dit wordt cultuurbos genoemd. Productiebossen kenmerken zich als een monocultuur waar de corebusiness houtoogst is. Natuurbossen of oerbossen zijn in Europa zeldzaam.

In hoeverre de boom als individu bijdraagt heeft ook te maken met de landschappelijke condities. Het bos als landschap en/ of onderdeel van een grote landschap vormt in zijn geheel een leefomgeving en het jacht- en voedselgebied voor zoogdieren, vogels en reptielen. Ook is het de plek waar fauna relatief veilig en ongestoord zijn gang kan gaan. Hoe gevarieerder het bos op landschappelijk schaal is, hoe rijker de biodiversiteit.

Naast het belang van structuurrijke en gevarieerde bossen is dood hout heel belangrijk voor een bos. Hele biotopen ontstaan waar bomen aan het ontbinden zijn. Spechten, mieren, bladluizen, schimmels zijn ieder op zijn eigen manier gebaat bij ontbindend hout. Zelfs zaailingen van de 'moederboom' ontkiemen juist goed op het dode hout. Ongeveer 50% van al het bosfauna is direct afhankelijk van dood hout. Het ontbindingsproces van oude bomen is traag en duurt lang. Gedurende dit proces vindt een opeenvolging van micro-habitats plaats, dus van samenstellingen van verschillende soorten ieder met zijn eigen rol in de ontbinding van het hout. Nederland heeft een relatief jong bos, waardoor er weinig dood hout aanwezig is. In Nederland gaat het om ongeveer 7% an de ondergrond dat uit dode resten bestaat. In oerbossen zit dat op 25%. Afhankelijk van de bosbeheer strategie kan er gekozen worden om het aandeel van dood hout op de grond te vergroten. Uiteindelijk zal het aandeel dood hout in het bos ook vanzelf toenemen. Andere aspecten die bijdragen aan een rijkere biodiversiteit is het zorgvuldig ontwerpen van de bosranden door geleidelijke overgangen te creëren; open plekken in het bos en verticale gelaagdheid.

Hout is overal

Inheemse boomsoorten en bossen hebben wereldwijd een belangrijke rol gespeeld in het vormen

van lokale culturen. De verhouding van de mens tot het bos en de bomen is complex en heeft een geschiedenis zo oud als de mensheid. De afhankelijkheid van bos, bomen en het hout is er altijd geweest. Natuurlijk als belangrijke energiebron voor licht en warmte. Maar ook als de voornaamste bron waar vroeger mee gebouwd werd, om gebouwen, meubels of rituele voorwerpen te vervaardigen. Monumentale oude bomen die binnen een gemeenschap een hogere status verwierven en een collectieve functie dienden. Of door de tijd heen waar specifieke boomsoorten een belangrijke bouwsteen vormen voor de vormgeving van cultuurlandschappen en de inrichting van de openbare ruimte. De afhankelijkheid en wederkerigheid zie je terug in de kunst, de religie en spiritualiteit, waarin bomen en bossen vaak het onderwerp zijn of als decor dienen.

Culturele waarde van de boom

Zie bijvoorbeeld de houtarchitectuur uit het Verre Oosten - Japan, China, Korea -, deze heeft een diepe filosofische en spirituele betekenis. Niet alleen ten aanzien van het gebouw als object maar meer nog een filosofische benadering van het bouwkundige, ambachtelijke en culturele en de toegewezen relatie van het spirituele met de natuur. De oude en traditionele ambacht timmerman heeft een belangrijke status van meesterschap in Japan. Tot op de dag van vandaag leggen zij een eed af bij het omhakken van een boom ter voortbestaan van de geest van de boom die voortleeft in het hout. Het gaf het bouwen met hout een grote verantwoordelijkheid vanwege deze morele houding ten opzichte van de natuur en het gebruik van het hout.

Dat bomen emoties oproepen is nog steeds voelbaar, denk aan dat moment dat een beeldbepalende boom gekapt wordt en uit het straatbeeld verdwijnen. Dat voelt toch aan als een leegte. Hoe men zich verhoudt tot bos, bomen en hout is sterk cultuurafhankelijk, maar dat ze een prominente plek innemen in de geschiedenis is zonder twijfel.

De boom en het klimaat, van micro tot macroniveau

Bomen spelen een belangrijke rol in het klimaat, van micro- tot macroniveau. Denk op microniveau aan de hete dagen in de stad. Op die momenten zijn groene plekken en begroeide plekken de meest behaaglijke door schaduwwerking van bomen. Dat effect is direct waarneembaar doordat temperaturen in de schaduw wel 7 graden kunnen verschillen. Een ander verkoelend effect door groen treedt op door verdamping. Dit is een effect wat op stedelijke schaal optreedt. Namelijk door direct zonlicht op de boomkroon of groene daken treedt verdamping op. De lucht die vervolgens langs stroomt verkoeld hierdoor. Mits voldoende groen aanwezig in de stad, treedt op stedelijke schaal een verkoelend effect op. Het proces van verdamping en het effect dat dit op het klimaat - in de breedste zin van het woord - heeft is complex. De ligging, samenstelling van het bos, het veranderende klimaat hebben een wederkerig invloed.

Neem de amazone, hier zijn de condities zodanig dat verdamping resulteert in zwevende rivieren. Die zwevende rivieren hebben een belangrijke functie in watervoorziening op het continent. Het hele systeem van het lokale, tot het regionale naar het globale niveau functioneert als een soort waterpomp. Bomen langs de kust zorgen ervoor dat het vocht dat boven zee verdampt landinwaarts wordt getrokken en zijn dus een belangrijke schakel ten aanzien van de waterhuishouding en dus het klimaat op het continent. Als een dergelijke schakel ontbreekt ontstaat droogte. Ook door het veranderen van de samenstelling van een lokaal bos kan de vochthuishouding ter plaatse van dat bos zodanig veranderen dat de condities voor de ene soort verslechteren waar een andere soort beter gedijt. In het omvormen van monoculturen naar rijkere cultuurbossen is dit een interessant gegeven.

Naast het verdampende effect nemen bossen CO2 op. De toenemende hoeveelheid CO2 in de lucht zorgt ervoor dat de temperatuur op aarde stijgt. Bomen slaan dit op in het hout, bij ontbinding wordt de CO2 weer afgegeven. Een deel via de atmosfeer, maar het grootste deel blijft achter in het ecosysteem. Door ontbossing neemt deze functie af, het tegenovergestelde vindt natuurlijk plaats bij aanplant. Echter ook hier is nuance op zijn plaats. In het hoge hoge noorden is het nog maar de vraag of bomen kappen niet een betere strategie is. Omdat de reflectie van zonlicht door sneeuw ook een belangrijke rol speelt wat betreft de temperatuur. Bossen zorgen voor een minder effectieve reflectie van zonlicht waardoor de netto-temperatuur mogelijk juist hoger uitvalt.





HISTORIE VAN HOUTBOUW

2

Hout is een veelgebruikt en veelzijdig product dat vrijwel overal groeit en te vinden is in de meest alledaagse producten. Het is een product dat door zijn lokale karakter belangrijk is geweest in het vormen van culturele tradities en de geschiedenis van plekken. Klimaat, ligging en ondergrond vormen de condities die bepalend zijn voor het boomtype dat ergens goed gedijt en dus hoe en welk hout door de eeuwen zijn gebruikt binnen culturen. Ieder boomtype heeft zijn eigen unieke set van eigenschappen en toepasbaarheid. Deze geografische factoren zijn ook sterk bepalend voor bouwhistorische fenomenen op het gebied van bouwconstructie en typologie.

2_HISTORIE VAN HOUTBOUW

Ontwikeling van een bouwcultuur



Plekken kennen de eerste geschiedenis primair in de geografische condities en dus ook in de producten die lokaal voorhanden waren, in Nederland gaat dat dan om hout, plaggen, leem, stro, riet. Houtbouw gaat veel verder terug dan steenarchitectuur en heeft de steenarchitectuur - die houtarchitectuur op veel plekken heeft vervangen - beïnvloed.

Inmiddels door globalisering is de afhankelijkheid van het lokale veel minder sterk. Dat is dan ook te zien in de gebouwde omgeving waar wereldwijd het aandeel van hout niet noemenswaardig meer is. Het is bijna onvoorstelbaar dat steden als Moskou, Beijing, New York in de 19e eeuw voor het overgrote deel bestonden uit houten gebouwen. Beton, staal en baksteen zijn tegenwoordig de traditionele bouwgrondstoffen. Hout is er alleen nog voor de architectonische waarde, uitzonderingen in bepaalde regio's daargelaten. Echter, hoewel het percentage van hout in de fysieke omgeving als bouwproduct veel minder is dan het geweest is, zijn de fysieke en culturele sporen die hout in historische steden achter hebben gelaten overal terug te vinden. Het is alomtegenwoordig zowel fysiek zichtbaar als in het DNA van steden en plekken.

Amsterdam en hout door de eeuwen heen

Amsterdam is hierin zowel een mooi als atypisch voorbeeld. Hout en Amsterdam zijn op een unieke manier met elkaar verweven. Zonder hout was Amsterdam niet geweest wat het nu is. Het dankt zijn bestaansrecht aan hout. Weinig steden kunnen zeggen dat hout letterlijk de fundering van de stad vormt. Amsterdam gebouwd op palen. Zonder die palen was een stad op deze plek, dat eeuwen geleden bestond uit uitgestrekte veenmoerassen, überhaupt niet mogelijk.

Die ondergrond had als consequentie dat bouwwerken niet te zwaar uitgevoerd konden worden. Dat maakte dat ook voor het bovengrondse deel van de gebouwen hout het meest geschikt was. Dit is bovengronds in de ouderen delen van de stad duidelijk zichtbaar doordat de bebouwing licht en broos aanvoelt. Het Paleis op de dam is één van de uitzonderingen, maar alleen hieronder bevinden zich al 13.569 houten palen. Tot 1600 werd in Amsterdam vrijwel alleen in hout gebouwd. Zowel het constructieve deel als de zichtbare gevel. Het oudste huis in Amsterdam - Begijnhof 34 - draagt heel toepasselijk de naam 'Het houten Huys' en geeft ons een blik naar het Amsterdam van voor 1600. Vanaf 1600 werden gevels steeds vaker in steen opgetrokken. Maar dat betekent niet dat er

vanaf dan geen sprake meer is van een houten stad. De bakstenen gevels maskeren het alleen. Voor het constructieve deel van de grachtenpaden geldt namelijk dat deze nog sterk afhankelijk is van hout. Amsterdam was een echte houtbouwstad waar alleen de duurste huizen in de laat 16e eeuw volledig in steen werden gebouwd. De slappe ondergrond vergde namelijk extra investeringen bij toepassing van stenen muren. Enkele eeuwen later staat dit deel van de stad nog fier overeind en hoort dit zelfs bij de duurste grond van Nederland.

Tegelijkertijd bood die slappe moerasgrond rondom Amsterdam niet de condities voor een bosrijk landschap. Hout was lokaal niet in grote hoeveelheden voorhanden en werd dan ook geïmporteerd om te voorzien in de benodigde voorzieningen (schepen, havens en huizen) om wereldwijde handel te voeren en als stad uit te breiden. Meer nog dan de fundering van de stad is hout ontzettend belangrijk geweest in de ontwikkeling van Amsterdam als handelsnatie in de 17e eeuw en dus voor de stad zoals wij die nu kennen. Immers zonder de economische voorspoed was uitbreiding van de stad niet nodig geweest. Oftewel de afhankelijkheid van hout was groot. Door overmatige exploitatie van het schamele beetje bos in de regio was Amsterdam al snel gewezen op houthandel. Door goede verbindingen via het water en een sterke handelsgeest werd hout vanuit heel Europa, maar met name uit Scandinavië geïmporteerd. Hout als bouwproduct heeft dus een sterke invloed gehad en bijdrage geleverd op het gebied van de Amsterdamse ruimtelijke, culturele en economische geschiedenis en de internationale betrekkingen binnen Europa. Hout in het Amsterdam van de 16e en 17e eeuw vertelt een verhaal over bossen, handel, schepen, cultuur en de gebouwen zelf.

Vanaf 1600 werden door innovatie en toenemende welvaart zwaardere materialen op de Amsterdamse ondergrond mogelijk en dus werden de gebouwdelen steeds vaker opgetrokken in baksteen. De draagconstructies voor de vloeren en daken werden in die tijd nog wel in hout vervaardigd. Vanaf 1600 is dus vooral sprake van hybride bouwconstructies. De innovatie in de bouw gold als een gunstige ontwikkeling voor de Hollandse bouwsector door de ligging in de delta. Rivierklei - de grondstof voor baksteen - wordt hier in grote hoeveelheden afgezet. Nederland was en is daarvoor veel minder afhankelijk van andere regio's voor hun bouwproductie waardoor een functionele en stabielere bouwketen ontstond. Zodoende heeft Nederland zich ontwikkeld als baksteenland en vormt dit materiaal nu een belangrijk onderdeel van de Nederlandse cultuurhistorie.

Ook voor beton is deze ligging in de delta gunstig. Water en kwalitatief zand en grind, de hoofdbestanddelen van beton, zijn hier in overvloed. Waardoor beton tegenwoordig vooral het constructieve deel van het gebouw voor zijn rekening neemt en baksteen zich beperkt tot gevelmateriaal. De economische, technische, culturele en maatschappelijke ontwikkelingen zie je terug in de verschuivingen in materiaalgebruik in de bouwsector en dus in de stedelijke geschiedenis en ontwikkeling. Tekenend hiervoor is dat momenteel in Nederland ruim 150 cementfabrieken staan, 35 steenfabrieken en maar enkele kleinschalige houtzagerijen.

De bouwketen is een sterk economisch gedreven keten. Waar in eerste instantie hout, daarna baksteen en in de 20e eeuw beton en staal voor de hand lagen. Staal en beton pasten perfect in een geïndustrialiseerde en groeiende samenleving waarin de vraag naar woningen groot is. Deze bouwproducten hebben wereldwijd de 20e eeuw tot aan nu sterk gedomineerd. Aangejaagd door architectonische stromingen als de Internationale School die geleid hebben tot een rationalisatie van het bouwproces resulterend in geïndustrialiseerde vormen van systeembouw.

Door wederopbouw, een groeiende bevolking en de massale trek naar de steden was er een grote vraag naar versnelling en opschaling van de bouwproductie. Ten aanzien van de bouwsector in Nederland heeft dit ertoe geleid dat hout als gevelmateriaal verdrongen is door baksteen en constructief door beton en staal. Hout komt daarom vrijwel niet voor in de canon van de Nederlandse 20e eeuwse bouwkunst. In landen als Duitsland, Oostenrijk, Scandinavië, de Baltische Staten, en

Afbeelding pag. 18/19

Willem Bastiaan Tholen,
Huizen in aanbouw, 1895
(detail)

buiten Europa landen als Japan, de Verenigde Staten heeft hout tot aan nu een prominenter rol. Dat heeft alles te maken met de ligging van Nederland in de delta.

Maar nu, door innovatie in de houtbouwsector, en een maatschappij die kritisch is op het systeem dat uitputting en vervuiling tot gevolg heeft, vormt hout ineens een alternatief voor de ‘moderne’ materialen. De bouwsector heeft een aanzienlijk aandeel in de uitputting en vervuiling van de planeet. Houtbouw biedt een alternatief die op meerdere niveaus antwoord kan bieden op dringende thema’s als gezondheid, biodiversiteit, uitputting, vervuiling en overlast. Deze thema’s vragen om een ander perspectief en een andere inrichting van het systeem. Hout treedt nu op de voorgrond vanwege nieuwe ontwikkelingen in de houtbouwsector. Deze ontwikkelingen maken het mogelijk dat hout technisch kan concurreren met de moderne materialen. Dat biedt hoop omdat hout kwaliteiten worden toegeschreven op het gebied van duurzaamheid, circulariteit en gezondheid op het niveau van de stad, het land en het klimaat.

2.2_Houtbouw nu

Innovaties in de sector, het ontstaan van een modern houten bouw materiaal

De ervaring van de sector heeft te maken met de innovaties die hebben plaatsgevonden. De nieuwe houtproducten sluiten aan bij de eisen en wensen van de architect, bouwer en gebruiker van de 21e eeuw. Dit komt met name door de ontwikkeling van massief houten producten zoals Cross Laminated Timber (CLT) ofwel kruislaaghout. CLT is het product van de samenwerking tussen technische universiteiten en lokale zagerijen in Oostenrijk in de jaren ‘90. Ze ontdekten dat het kruislaags verlijmen van houten planken grote houten panelen als resultaat heeft met een draagsterkte even sterk is als een equivalent van beton. Dit maakt het mogelijk om de hoogte in te bouwen. De houten planken worden in een machine onder hoge druk tegen elkaar aan geperst met daartussen een materiaal dat de houten planken bij elkaar houdt. Bij CLT wordt hiervoor lijm (<1% van gewichtsaandeel) gebruikt maar je hebt ook producten waar het hout met spijkers of houten deuvels aan elkaar worden bevestigd.

Nederland kent nog weinig voorbeelden van gebouwen in CLT, wel is er een lange traditie van bouwen in houtskeletbouw (HSB). De naam zegt het al, het skelet van het huis bestaat uit een raamwerk van houten planken. In principe is dit nog steeds een prima optie om een houten huis te bouwen, wel ben je beperkt tot een gebouw van maximaal drie verdiepingen. De innovatie van kruislaags verlijmd hout geeft de architect nu dus meer mogelijkheden - ook ten aanzien van de prefabricage - waardoor het constructief kan concurreren met beton/staalconstructies.

Zoals eerder genoemd heb je naast CLT andere houtproducten op de houtbouwmarkt. Elk van deze producten worden op een andere manier verwerkt waardoor ze over andere kwaliteiten beschikken. Het is daarom gebruikelijk om een houten gebouw te ontwerpen waar alle elementen in hun kracht worden gebruikt. Zo worden CLT panelen vaak gebruikt voor wanden en vloeren en bestaan de dragende elementen van het gebouw vaak uit Glulam (GLT) balken. De verzamelnaam voor al deze producten is ‘mass timber’ of massief hout.

Van alle massief houten producten is CLT het meest baanbrekend en wordt het daarom ook het meest gebruikt. Bij het productieproces van CLT wordt later uitgebreid behandeld, maar doordat er met houtbouw vaak een combinatie wordt gemaakt van meerdere houtproducten is het goed om een beeld te krijgen van de karakteristieken en kwaliteiten van de aanverwante producten.

Allereerst is het goed om stil te staan bij het type hout. Je hebt ‘hardwood’ en ‘softwood’, of te wel hardhout en zachthout - naaldhout is een veelgebruikte duiding in het Nederlands. Hardhout komt van bomen met bladeren (angiosperm) en hebben meestal (niet altijd) een grotere dichtheid. Zachthout komt van bomen met naalden en dennen (gymnosperm) en hebben meestal (niet altijd) een lagere dichtheid dan hardhout. Naaldhout wordt meer gebruikt en verwerkt dan hardhout, de verhouding op de houtmarkt ligt ongeveer op 80/20%. In alle onderstaande hout technieken wordt gewerkt met zacht hout van naaldbomen.

Afbeelding rechts

Bunjil Place, Casey, Australië

Architect: FJMT

2.3_Houtbouw in de 21e eeuw

In binnen- en buitenland rijzen verschillende imposante gebouwen uit de grond die steeds de grens van ‘hoogste houten gebouw ter wereld’ weten te verleggen. Ontwikkelaars zijn in een ‘race naar maan’ verwikkeld om deze titel te bemachtigen. Amsterdam had een tijdje deze officiële titel in handen toen Team V architecten samen met ARUP en Lingotto het plan presenteerden voor HAUT in het Amstelkwartier. In 2016 was dit het hoogste houten bouwplan dat zou worden uitgevoerd met een hoogte van 73 meter en 21 etages. Inmiddels is Amsterdam voorbijgestreefd door Wenen met het gebouw HOHO dat een hoogte heeft van 84 meter en 24 etages.

Stories in Buiksloterham is een ander mooi voorbeeld van een houten hybride gebouw. In juni 2020 heeft dit gebouw zijn hoogste punt bereikt en was toen het hoogste hybride houten gebouw van Nederland.

In wezen is deze wedstrijd niet zo interessant, maar het laat wel zien dat hout de aandacht heeft. Houtbouw is bezig met een opmars, grenzen worden opgerekt en de sector staat volop in ontwikkeling. Door innovaties is houtbouw niet meer gelimiteerd tot maximaal drie etages.

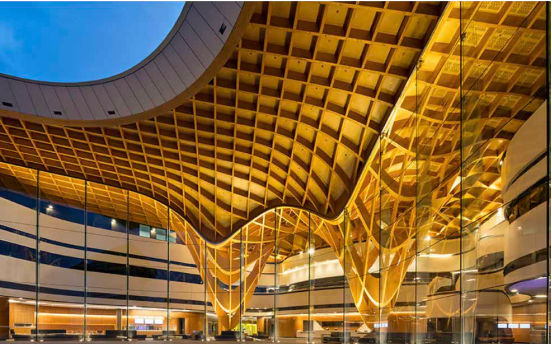
MASSIEF HOUT VERSUS HSB

Massief hout

- _Theoretisch geen limiet aan de hoogte en het aantal verdiepingen.
- _Dezelfde draagkracht als minerale equivalenten zoals beton.
- _Geeft grote mate van flexibiliteit aan de architect.
- _Hoge mate van brandveiligheid.

HSB (Houten Skelet Bouw)

- _Gelimiteerd tot drie verdiepingen hoog
- _Wordt veelal gebruikt voor seriematige laagbouw
- _Snelle bouwtijd en hoge mate van flexibiliteit



SOORTEN MASSIEVE HOUTBOUW

Cross Laminated timber (CLT)

Doordat de planken kruislings - in een hoek van 90 graden - aan elkaar worden gelijmd is het paneel stijf en vormvast en is het krimp- en zetgedrag van het hout geminimaliseerd. Dit maakt bouwen in de hoogte, grote vloeroverspanningen en wandconstructies mogelijk.



Glued-Laminated Timber (Glulam or GLT)

Bij GLT wordt hout van naaldbomen in rechte planken onder hoge druk aan elkaar gelijmd om balken of kolommen van te maken. In principe is de techniek hetzelfde als bij CLT maar wordt bij GLT de balken niet kruislings maar in dezelfde richting verlijmd. Doordat bij balken de druk van boven naar beneden wordt uitgeoefend hoeven de balken niet kruislaag verlijmd te worden. Door deze techniek kan je grote balken fabriceren, 6-18 meter lang.



Nail-Laminated Timber (NLT)

Planken worden aan elkaar vast gezet met spijkers in plaats van lijm. Het nadeel van deze methode is dat het hout moeilijk te hergebruiken is. Vandaar dat het product veel minder populair is dan bijvoorbeeld CLT.



Dowel-Laminated Timber (DLT)

Bij DLT worden hout platen aan elkaar vastgezet door houten pinnen. Hier komt geen lijm of schroef aan te pas. Wat het product uniek maakt is dat het de enige innovatie is waarbij het hele gebouw kan maken door slechts hout te gebruiken, geen ander materiaal komt eraan te pas. De nadelen van dit product is dat door vocht en temperatuur het hout vervormd waardoor de deuveld de panelen minder goed bij elkaar houdt.



Laminated Veneer Lumber (LVL)

LVL is ook een paneel dat in verschillende vormen en maten gemaakt kan worden. Het productieproces lijkt sterk op het proces van GLT waar hout onder hoge druk verlijmd wordt. Het verschil is echter dat LVL bestaat uit zeer dunne platen (3 mm). Doordat het zeer dunne platen gebruikt is LVL een van de sterkste producten afgezet ten opzichte van de dikte.



Mass Plywood Panel (MPP)

Dit product lijkt veel op CLT, de techniek van kruislings lijmen wordt ook hier toegepast. MPP bestaat echter niet uit planken maar uit fineerplaten. Dit zijn dunne platen hout die van de stam worden afgerold, vergelijkbaar met de platen die voor LVL worden gebruikt. Het product staat nog in zijn kinderschoenen maar lijkt sterker dan CLT te zijn en het gebruikt 20% minder hout. In zekere zin is dit product een kruising tussen CLT en LVL.



Daibutsuden (Todai-Ji)

_Locatie > Japan
_Functie > Boedhistische tempel
_Jaartal > 745 na Chr.



To Ji complex

_Locatie > Kyoto / Japan
_Functie > Tempel
_Jaartal > 1644 (origineel gebouwd in de 9e eeuw, sindsdien 4x herbouwd)



Bryggen

_Locatie > Bergen / Zweden
_Functie > Wijk
_Jaartal > 1070



Staafkerk van Heddal

_Locatie > Heddal / Noorwegen
_Functie > Kerk
_Jaartal > vroeg 13de eeuw



Grachtengordel

_Locatie > Amsterdam / Nederland
_Functie > Stad
_Jaartal > vanaf 1600 hybride bouw



Little moreton hall

_Locatie > Engeland
_Functie > Landhuis
_Jaartal > 1504 - 1610



Himji Castle

_Locatie > Himji / Japan
_Functie > Kasteel
_Jaartal > 1609 (stenen fundament, constructie van zuilen in de vorm van boomstammen, pleisterwerk aan de buitenkant)



Kathedraal van de transfiguratie

_Locatie > Oeglitsj / Rusland
_Functie > Kathedraal
_Jaartal > 1714



Hotel Jakarta

_Locatie > Amsterdam / Nederland
 _Functie > Hotel
 _Architect > SeARCH
 _Jaartal > 2018



Bron: DERIX-groep

HAUT

_Locatie > Amsterdam / Nederland
 _Functie > Mix en appartementen
 _Architect > Team V architecten
 _Jaartal > 2021



Bron: ©architect: Team V Architectuur, visual: Zwartlicht.

Triodos Bank

_Locatie > Zeist / Nederland
 _Functie > Bank hoofdkantoor
 _Architect > RAU
 _Jaartal > 2020



Bron: Ossip van Duivenbode

Patch 22

_Locatie > Amsterdam / Nederland
 _Functie > Woningbouw en bedrijfsruimte
 _Architect > Frantzen et al; Lemniskade projecten (ontwikkelaar)
 _Jaartal > 2016



Bron: FRANTZEN et al architecten

De Warren

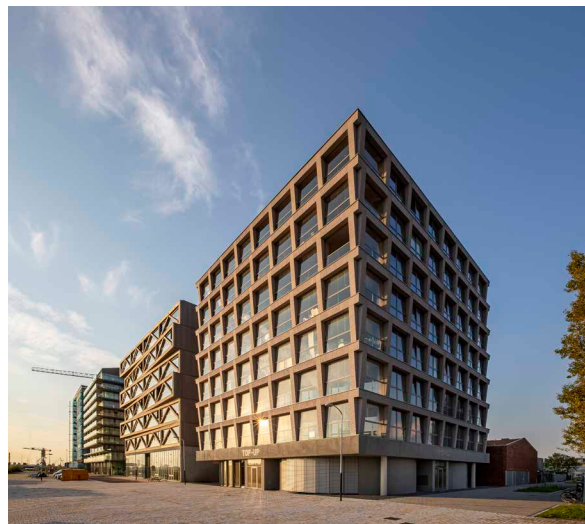
_Locatie > Amsterdam / Nederland
_Functie > Wonen projectgroep
_Architect > Natrufied Architecture
_Jaartal > 2022



Bron: Natrufied Architecture

Top-Up

_Locatie > Amsterdam / Nederland
_Functie > Woningbouw en bedrijfsruimte
_Architect > Frantzen et al; Lemniskade projecten (ontwikkelaar)
_Jaartal > 2021



Bron: FRANTZEN et al architecten Foto: Isabel Nabuurs

Stories

_Locatie > Amsterdam / Nederland
_Functie > Mix en appartementen
_Architect > Olaf Gipser Architects
_Jaartal > 2021



Bron: Olaf Gipser Architects

Dutch Mountains

_Locatie > Eindhoven / Nederland
_Functie > Mix en appartementen
_Architect > Studio Marco Vermeulen
_Jaartal > 2021



Bron: Studio Marco Vermeulen



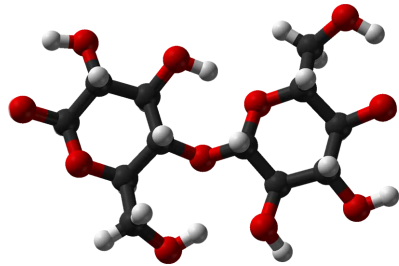
MEER DAN EEN MATERIAAL



Met hout kan meer dan ooit. Innovaties in de houtbouwsector maken volwaardige gebouwen uit hout mogelijk die voldoen aan de eisen en wensen van de 21e eeuwse stad. Hout biedt kansen voor architecten om de architectonische grenzen te verleggen, maar het verandert meer dan dan. Kiezen voor hout betekent een andere productieketen met directe en indirect effecten op de leefomgeving. Kiezen voor hout biedt kansen voor grotere ecologische en maatschappelijk vraagstukken. Dat maakt hout interessant voor een stad als Amsterdam die door omvang en agenda echt invloed heeft. Kiezen voor houtbouw in Amsterdam biedt integraal kansen voor de stad, het land en het klimaat.

3_MEER DAN EEN MATERIAAL

Houtbouw en de ecologische en maatschappelijke vraagstukken



Kansen voor stad

Kiezen voor houtbouw biedt kansen voor de stad. Door te bouwen met hout breng je de natuur de stad in wat zorgt voor een prettig en gezond leefklimaat. Contact met de natuur vermindert stress, het bevordert vitaliteit, creativiteit en stimuleert ontmoetingen tussen mensen. De stad van morgen is groen met parken, bomen en ruimte voor water. Met houtbouw breng je die groene toekomstige stad nog een stapje verder door ook natuurlijke materialen in de gebouwde omgeving te verwerken.

Daarnaast geeft bouwen met hout de stad ook veel nieuwe mogelijkheden tot gebiedsontwikkeling. Hout is hét materiaal om op binnenstedelijke locaties te verdichten. Het is een licht bouw materiaal, het bouwen veroorzaakt weinig overlast en bouwsnelheden op de bouwplaats liggen veel hoger. Dit maakt het mogelijk om op moeilijke binnenstedelijke locaties nieuwe woningen te bouwen, bestaande woningen op te toppen, verouderde gebouwen te renoveren en te verduurzamen. Het lichte gewicht van hout maakt het mogelijk om op bestaande fundamenteen verdiepingen toe te voegen wat met beton niet mogelijk zou zijn. Daarmee geeft houtbouw kansen voor nieuwe binnenstedelijke duurzame gebiedsontwikkeling.

Een andere kwaliteit dat voor de 21e eeuwse stad in het oog springt is de flexibiliteit van het materiaal. Hout is makkelijk aanpasbaar en flexibel. Gebouwen worden in snel tempo in elkaar gezet en kunnen even snel weer uit elkaar gehaald worden om op een andere locatie weer hergebruikt te worden. Daarmee is houtbouw uitermate geschikt voor woningen met een flexibele, tijdelijke vraag. Vooral het werken met houtmodules is een snelle, kwalitatief hoogwaardig optie om aan een tijdelijk woningvraag te voldoen. Door de aanpasbaarheid is een woning na de eerste gebruiksfase makkelijk aan te passen aan de wensen en eisen van de nieuwe gebruiker. Hierdoor wordt de levensduur verlengd. Houtbouw geeft de stad - mits goed ontworpen - een bepaalde mate van flexibiliteit en aanpasbaarheid.

Tot slot kan houtbouw een van de oplossingen zijn voor hét probleem van 2019 - de stikstofcrisis. De bouw heeft door de veroordeling van de Raad van State maanden stil gelegen omdat in Nederland de stikstof limiet is overschreden. Bouwvergunningen werden ingetrokken en de bouw van woningen lag stil. Dit terwijl Nederland kampt met een enorme woningnood en het bouwen van

woningen één van de topprioriteiten is. Langzamerhand komt de bouw door nieuwe wetgeving weer op gang maar binnenstedelijk of dichtbij natuurgebieden is de uitstoot van stikstof nog steeds problematisch, waardoor er minder gebouwd wordt dan gewenst. Een oplossing hiervoor is door te bouwen met hout. Houten woningen worden in de fabriek gemodelleerd en geprefabriceerd waardoor op de bouwplaats slechts een bouwpakket in elkaar hoeft te worden gezet. Op de bouwplaats vindt er daardoor nagenoeg geen uitstoot van schadelijke stoffen plaats, ook niet van stikstof. Houtbouw is stikstof neutraal.

Kansen voor land

Kiezen voor houtbouw heeft effecten op het landschap om ons heen. Het landschap staat mede door de groei van de gebouwde omgeving onder druk. In Nederland lijden de Natura 2000 gebieden onder de te grote stikstof uitstoot waardoor de biodiversiteit afneemt en de ecologische waarde daalt. Steeds meer dier- en insecten soorten verdwijnen uit Nederland. Nederland is immers enorm verstedelijkt en deze verstedelijking lijkt de komende tien jaar door te zetten. Er moeten nog eens 900.000 woningen bijkomen om aan de woningvraag te voldoen. De ruimte in Nederland is schaars. Tegelijkertijd wijst klimaatverandering ons erop hoe belangrijk een levendig ecosysteem is dat op een natuurlijke wijze klimaatverandering afremt. Bomen verversen de lucht en halen CO2 uit de atmosfeer om het vervolgens langdurig op te slaan in het hout.

Daarnaast heeft groen een verkoelende functie waar steeds vaker het belang van wordt ingezien als oplossing voor de steeds (extreem) warmer wordende zomers. De komende jaren zal er extra nadruk liggen op hoe er meer groen in de stad komt maar ook hoe ervoor gewaakt wordt dat de groengebieden in Nederland niet door de uitdijende stad verdwijnt, maar juist de kwaliteit van het groen wordt verbeterd.

Kiezen voor houtbouw is ook een keuze voor meer bossen en een keuze voor meer groen en een betere biodiversiteit. Door te bouwen met hout krijgt hout weer een economische waarde waardoor meerdere partijen bomen gaan planten, bossen beter beheerd zullen worden en bossen een beter bestaansrecht krijgen. Dit is een proces van de lange termijn, maar gecombineerd met de noodzaak om meer CO2 uit de lucht te halen zal bosuitbreiding en beheer de komende jaren een prioriteit krijgen. In het klimaatakkoord is afgesproken dat de Nederlandse bossen in 2030 0.4 tot 0.8 megaton meer CO2 moeten opslaan. In Nederland wordt er nu gekeken naar geschikte locaties voor meer bos en is Staatsbosbeheer zelfs al begonnen met het planten van nieuwe bomen. Door meer met hout te bouwen worden bomen en bossen belangrijker en zullen die meer in ons landschap terug te vinden zijn.

Kansen voor klimaat

De bouwsector is de meest energie-intensieve en meest afval producerende sector ter wereld. De gebouwde omgeving is verantwoordelijk voor 15% van de Nederlandse CO2 emissies (CBS). Op Europees niveau is de bouwsector voor 36% verantwoordelijk voor alle CO2 uitstoot, 40% van het energieverbruik, 50% van alle gewonnen materialen en 21% procent van het totale onttrokken water (Europese Commissie 2019). Vooral het verwarmen van gebouwen zorgt voor een grote CO2 uitstoot.

De hierboven getallen zijn groot en omvangrijk. Zowel het gebruik als de productie van gebouwen wordt meegenomen in de totale berekening van de belastbaarheid van een gebouw op onze planeet. Een veel gebruikt begrip om de materiaal impact van gebouwen in termen van CO2 te snappen is Embodied Carbon. Embodied Carbon kijkt naar de CO2 voetafdruk van de gebruikte materialen in de bouw via de LCA methode waar de uitstoot wordt gemeten van het ontstaan en produceren van het materiaal tot het gebruik en het recyclen. Door naar de Embodied Carbon van een gebouw te kijken kan je materialen vergelijken en kiezen voor duurzamere opties die minder CO2 in hun levensfase uitstoten. Deze CO2 emissies zijn minder inzichtelijk dan bijvoorbeeld de uitstoot die men maandelijks terugleest op de energierekening. Ze zijn verborgen voor de gebruiker maar niet minder belangrijk. Door te werken met Embodied Carbon wordt de CO2 uitstoot van het materiaal zichtbaar en kunnen er weloverwogen keuzes worden gemaakt welke materialen gebruikt zouden moeten worden.

Afbeelding pag. 34/35

Bos in Estland

Dit is belangrijk want het produceren van beton/cement zorgt voor 5-7% van de mondiale CO2 uitstoot. Dit komt doordat bij kalksteen pas onder hoge temperaturen de juiste mineralen vrijkomen dat zand, steen en water bindt tot sterk beton. Je moet fossiele brandstoffen verbranden om tot deze hoge temperaturen te komen. Los van het verwarmen van huizen zorgt de manier waarop gebouwd wordt voor aanzienlijke CO2 emissies waardoor de bouwfase een substantiële bijdrage levert aan de opwarming van de aarde. Als je daarbij de toepassing van bouwmaterialen als staal, aluminium en plastics optelt dan resulteert dat in 11% van de mondiale CO2 uitstoot waarvoor de bouwsector verantwoordelijk is (United Nations 2018).

Tegelijkertijd ligt daardoor in de bouw de kans om te verduurzamen en de uitstoot van CO2 substantieel terug te dringen. Door te kijken naar LCA's en Embodied Carbon wordt het mogelijk om de materiaal impact te berekenen en daarin betere keuze te maken. De Embodied Carbon van de bouwsector bedraagt 11% van de mondiale CO2 uitstoot (United Nations 2018). Kiezen voor houtbouw in plaats van beton kan hier een enorme winst opleveren.

Kiezen voor hout in de bouw leidt tot een reductie van CO2 in twee delen. Ten eerste kost het minder energie om hout te verwerken tot bouw materiaal dan beton of staal, waardoor er in dit proces minder CO2 wordt uitgestoten. Ten tweede neemt een boom gedurende zijn groei CO2 op uit de lucht en slaat dit op in de stam. De opgeslagen CO2 wordt pas weer terug de atmosfeer in gelaten als het hout verrot of verbrand. Naast de bespaarde CO2 in het productieproces zorgt de keuze voor hout ervoor dat er meer CO2 uit de lucht onttrokken wordt en langdurig wordt opgeslagen in de het hout. En het betekent natuurlijk dat toepassing van klimaatintensieve primaire grondstoffen wordt vermeden.

Hierbij is het van belang dat er wordt gebouwd met duurzaam hout waarbij er altijd bomen worden aangeplant als een boom gekapt wordt. Door hout in gebouwen te gebruiken wordt de CO2 voor een lange tijd in de stad opgeslagen als een CO2-depot waardoor een cyclus gecreëerd wordt waarbij steeds meer CO2 uit de atmosfeer wordt onttrokken. De afbeelding van Orga Architecten laat dit goed zien.

Afbeelding boven

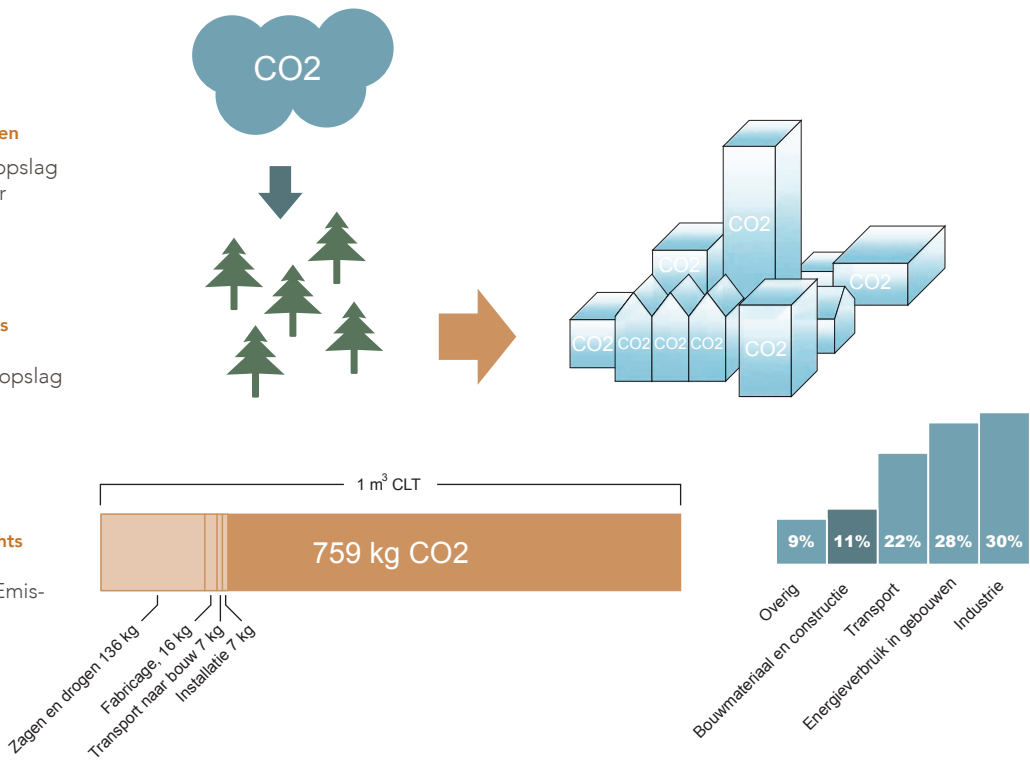
Principe CO2 opslag vanuit bos naar houtbouw.

Afbeelding Links

Diagram CO2 opslag in kg per m3

Afbeelding Rechts

Globale CO2 Emissie per sector



Verschillende onderzoeken laten zien dat bouwen met hout tot een aanzienlijke reductie van CO2 emissies leidt. Het Potsdam Institute for Climate Research publiceerde in Nature een artikel over de bespaarde CO2 emissies bij de overstap naar houtbouw - een overstap zou 14-31% reductie van de mondiale CO2 uitstoot betekenen. Ze rekenen met vier scenario's in 2050 waar 0.5%, 10%, 50% of 90% van de toekomstige bouw in hout zou worden uitgevoerd. Dit bespaart 10 tot 700 miljoen CO2 uitstoot en het slaat CO2 op in het hout, dit noemen ze carbon sink (Churkina et al. 2020).

W/e adviseurs hebben verschillende scenario's voor Nederland doorgerekend voor als er meer met hout zou worden gebouwd. De berekeningen zijn gebaseerd op de methode van houtskeletbouw. Zou er per jaar 10.000 woningen van hout gebouwd worden dan zou de CO2 uitstoot in de bouw met 10,5% worden teruggedrongen. Dit is een jaarlijkse reductie van 200.000 ton CO2. Als alle woningen die in Nederland per jaar gebouwd zouden worden in hout zouden worden uitgevoerd (HSB) dan zou er een CO2 reductie van 41.7% plaatsvinden (750.000 ton CO2).

Naast houtskeletbouw kan je ook meer hout in de bouw gebruiken gebruiken door met massief hout (CLT) te werken of hout meerdere bestemmingen te geven in een gebouw zoals de gevelbekleding, kozijnen en trappen. Volgens TNO is het verhogen van hout in de bouw de manier om meer circulariteit in de bouw te verkrijgen.

Vuistregel: 10 procent bouwen in hout leidt tot 5 procent milieu impact reductie op bouw materiaal niveau (van der Lugt & van Timmeren 2020).

Houtbouw is de manier om minder CO2 emissies tijdens het bouwproces uit te stoten en tegelijkertijd meer CO2 uit de atmosfeer te onttrekken en op te slaan in onze gebouwde omgeving. Meer houtbouw geeft bossen een economische waarde waardoor het aantrekkelijk wordt om meer bomen te planten. En dat is goed voor de planeet. Bossen halen CO2 uit de lucht en hebben een verkoelende functie. De Europese bossen slaan 10% van de CO2 uitstoot op, in 1990 was dit nog maar 7% (Jeffrey 2019, 9). De prognose is dat dit oploopt tot 22% in 2030. De Nederlandse bossen slaan 1.3% van de uitstoot op. Daarmee is de keuze voor houtbouw naast een praktische keuze, ook een keuze voor meer bos en een beter klimaat.

De stad als sleutel om de bouw te verduurzamen

Zoals je ziet heeft de keuze voor houtbouw meer invloed op onze leefomgeving dan je zou denken. De schakel die houtbouw vormt van stad, land naar klimaat is helder waardoor er kansen ontstaan voor de grote maatschappelijke en ecologische vraagstukken. De stad is de plek waar de woningnood en dus de bouwopgave het grootst is. Daar ligt de sleutel om de maatschappij verregaand te verduurzamen. Dit ligt ook een bepaalde druk op een stad als Amsterdam om de verantwoordelijkheid te nemen naar grotere overkopende thema's zoals biodiversiteit en klimaatverandering die zich op een heel andere schaalniveau en als het gaat over biodiversiteit in hele andere regio's in Europa manifesteren. De relatie tussen deze verschillende velden laat zien wat een keuze voor een ander bouw materiaal kan betekenen. Door integraal naar deze afhankelijkheid te kijken krijg je een beter beeld waarom houtbouw het bouw materiaal lijkt te zijn voor de 21e eeuwse stad.

Bronnen

Jeffrey, M. (2019). Hout. Bouwen aan de Biobased Circulaire Economie. Centrum Hout.
CBS. (2017). CO2-uitstoot in 2017 gelijk aan die in 1990. Geraadpleegd van: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/37/co2-uitstoot-in-2017-gelijk-aan-die-in-1990>.
European Commission (2019). Life Platform meeting on Climate Action and the Building Sector.
United Nations (2018). Global Status Report 2018. UN environment programme.
Churkina, G. et al. (2020). Buildings as a global carbon sink. Nature Sustainability, 1-8.
Van der lugt, P., van Timmeren, a. (2020). De Betonschaamte voorbij. Cobouw. Geraadpleegd van: <https://www.cobouw.nl/bouwbreed/nieuws/2020/07/de-betonschaamte-voorbij-101286886>.
W/E Adviseurs (2016). Klimaatwinst door Bouwen in hout. Onderzoek naar de potentie bij woningbouw.

Pakhuis Meesteren

- _Locatie > Rotterdam / Nederland
- _Functie > Hotel/horeca
- _Architect > AWG Architecten
- _Jaartal > 2018



Bron: AWG Architecten

De Burman

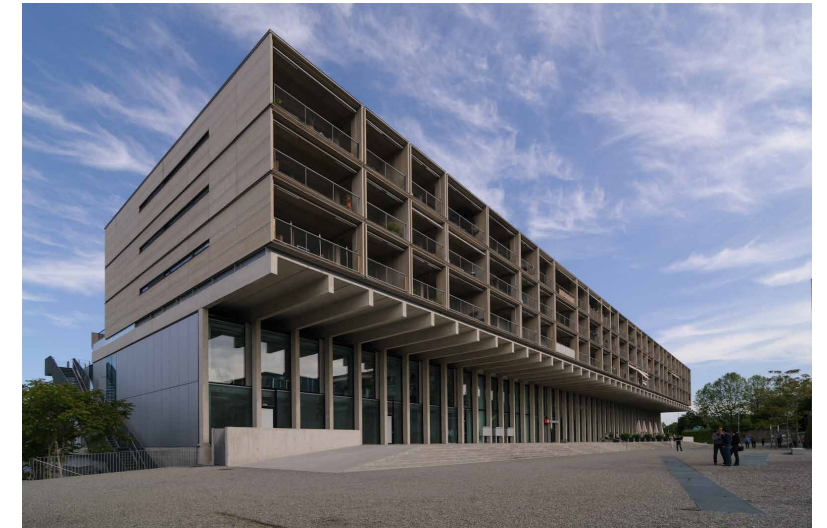
- _Locatie > Amsterdam / Nederland
- _Functie > Renovatie woningen
- _Architect > Harvey Otten
- _Jaartal > 2021



Bron: Harvey Otten

Wylerpark

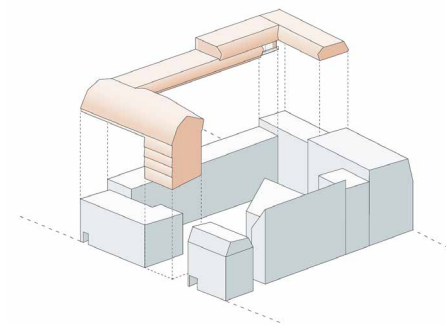
- _Locatie > Bern / Zwitserland
- _Functie > Appartementen op kantoor
- _Architect > Rolf Muhlethaler
- _Jaartal > 2018



Bron: Rolf Muhlethaler

Berlin Metropolitan School

- _Locatie > Berlijn / Duitsland
- _Functie > School
- _Architect > Sauerbruch Hutton
- _Jaartal > 2020

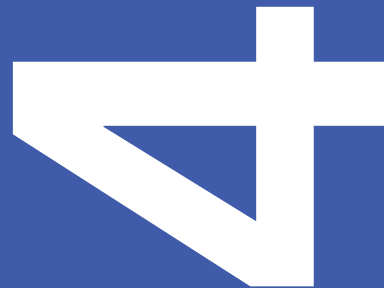


Bron: Sauerbruch Hutton Foto: Jan Bitter





VAN WIEG TOT GRAF



De bouwsector in Nederland bouwt voornamelijk met minerale grondstoffen. Deze industrie is tot in de puntjes geoptimaliseerd en efficiënt gemaakt voor zo laag mogelijke kosten. Een alternatief bouw materiaal betekent een andere productieketen. Bouwen met hout is voor de Nederlandse markt een niche en de houtbouwketen nog onderontwikkeld. Als houtbouw in Nederland echt voet aan de grond wilt krijgen is het essentieel dat de keten zich ontwikkelt en rationaliseert zodat het qua prijs kan concurreren met de traditionele bouwmaterialen. Dit hoofdstuk biedt een overzicht door de gehele houtbouwketen - van de houtoogst in het bos tot het demonteren en het hergebruiken van een houten woning. Kiezen voor houtbouw is een keuze voor een andere productieketen, maar hoe ziet die keten er eigenlijk uit? Wat heeft de groei van deze sector voor effecten op het stedelijke en natuurlijk landschap? Wat betekent houtbouw voor de kwaliteit van het bos en dus het bosbeheer? Hoe werkt het productieproces van een houtproduct? Hoe werkt het bouwproces van een complex houten gebouw? Hoe verlengen we de levensduur van hout en welke rol speelt de gebouwde omgeving daarin? Op deze en nog talloze andere vragen geven de komende hoofdstukken een antwoord.



Keten onderdeel 1: Houtproductie

De houtbouwketen begint bij het bos. Daar worden het hout geoogst om in de zagerij tot planke te worden verwerkt. Maar waar staan die bomen? Als er grootschalig met hout gebouwd gaat worden, waar wordt dat hout dan vandaan gehaald? En wat betekent dat voor het bos en het bosbeheer?

Houtbouw is in Nederland bij het grote publiek geïntroduceerd door de tegenlicht documentaire Houtbouwers eind 2019. In de tegenlicht documentaire stelt architect Marco Vermeulen dat de helft van de woningbouwopgave - 500.000 woningen voor 2040 - van Nederlands hout gebouwd kan worden. Hoe realistisch is dit toekomstbeeld? Zijn onze bossen en de houtoogst uit deze bossen groot genoeg om zoveel huizen te bouwen? Om dit toekomstscenario te verifiëren dan wel te ontcrachten nemen we een duik in de cijfers over het bos en de houtoogst in zowel Nederland als Europa.

Nederlands bos

Dat de houtbouwketen in Nederland nog onderontwikkeld is heeft er deels mee te maken dat Nederland relatief heel weinig bos heeft ten opzichte van andere Europese landen. Nederland heeft 365.000 hectare bos, dit is 11% van het landoppervlak. Ter vergelijking, het Europees gemiddelde is 43%. Uitschieters zoals Zweden en Finland hebben een percentage van meer dan 75%. Nederland is een land met een hoge stedelijke verdichting waar ruimte schaars is en voornamelijk wordt geëxploiteerd voor agrarische doeleinden.

Daarbovenop heeft Nederland vooral multifunctioneel bos. Het heeft meerdere functies: een recreatiefunctie; economische functie (houtproductie) en natuurfunctie (biodiversiteit). Alhoewel een groot deel van de Nederlandse bossen oorspronkelijk is aangeplant als productiebos (economische functie) ligt de nadruk nu niet meer op productie - het bos is door de jaren heen aangepast om meerdere functies te dienen. In het buitenland, denk bv aan Duitsland heb je wél echte productiebossen waar bomen snel en in rechte lijnen naar boven groeien. De Nederlandse bossen worden voor meerdere doeleinden gebruikt en houtproductie is daar slechts één van.

We hebben een relatief laag bospercentage en op dat schamele beetje bos zijn vele ogen gericht. Het bosareaal gaat echter groeien. Door de politiek zijn er plannen gemaakt om het bosareaal in Nederland te vergroten.

Het Nederlands Klimaatakkoord en de Landelijke Bossenstrategie

In 2016 werd het actieplan Bos en Hout gepresenteerd door toenmalig staatssecretaris Sharon Dijksma. Er werd gesproken van een uitbreiding van het bosareaal met 100.000 ha naar 13.4% van het landoppervlak. Na de lancering van dit plan bleef het echter lang stil. Pas in 2019 werd de draad weer opgepakt door de afspraken die zijn gemaakt in het klimaatakkoord. In dit akkoord is afge-



sproken dat de Nederlandse bossen in 2030 0.4 tot 0.8 megaton CO2 meer moet opvangen. Het uitbreiden van het bosareaal met 37.000 hectare is hiervoor het middel. De wens van het actieplan Bos en Hout om uit te breiden met 100.000 hectare is losgelaten. De komende tien jaar moet het bos jaarlijks met 3.700 hectare groeien, een enorme opgave in een land waar de ruimte schaars en vooral heel duur is. Het zal vooral voor de provincies een opgave worden om ruimte te vinden voor nieuw bos. Staatsbosbeheer is alvast begonnen met het aanplanten van nieuwe bomen en streeft jaarlijks naar 500 hectare nieuw bosgebied. Naast het planten van nieuw bos heeft verantwoordelijk Minister Carola Schouten aangegeven dat een toename van de houtoogst in de toekomst wenselijk wordt geacht.

Al deze ambities worden vormgegeven in de Landelijke Bossenstrategie en beleidsagenda 2030 van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit gepresenteerd in het najaar van 2020. Onder andere de uitbreiding van 37.000 ha bos staat centraal, evenals stimulering van agroforestry. Ook is het duurzaam gebruiken van het bos een speerpunt. Het ministerie wil hout gebruik hoogwaardig stimuleren door het gebruik van bomen voor energie af te bouwen en te stimuleren op biobased bouwen. Hierdoor wordt de CO2 langer uit de atmosfeer onttrokken.

Nederland heeft dus relatief weinig bos en de politiek heeft besloten de komende jaren nieuw bos aan te planten om meer CO2 op te nemen en meer hout te oogsten. Dit zijn logische stappen aangezien in Nederland veel meer hout geconsumeerd wordt dan er wordt geoogst. Een langjarige bossenstrategie is een beginpunt.

Nederlands houtgebruik

In Nederland wordt er iets meer dan 16 miljoen m3 hout per jaar verbruikt. Dit is hout dat gebruikt wordt als materiaal (meubels, kozijn, trappen etc); hout in de vorm van papier en karton; en hout als energiebron (brandhout). Voor dit gebruik importeert Nederland vooral hout uit het buitenland. Van al het hout dat in Nederland verbruikt wordt (16 miljoen m3) is slechts 23.9% in Nederland

Afbeelding pag. 44/45

Bos in Letland

Afbeelding boven

Stoel sloophout,
Piet Hein Eek

Rechter pagina

Schematische
weergave van de
houtbouwcyclus

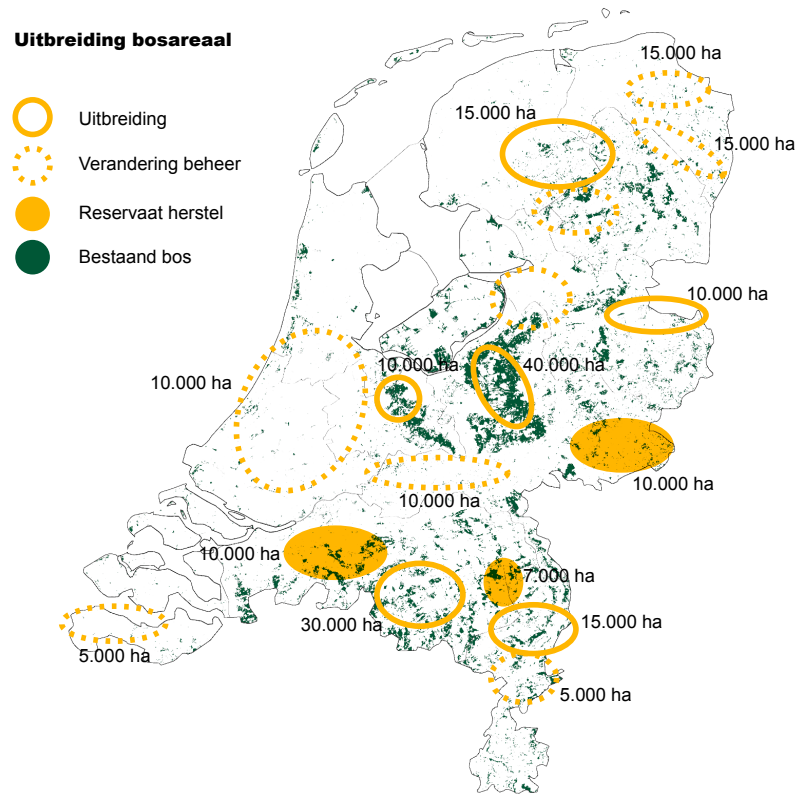
geproduceerd, dit percentage noemen we de zelfvoorzieningsgraad. Als energiehout niet wordt meegerekend, dus alleen gekeken wordt naar hout dat echt gebruikt wordt, is de zelfvoorzieningsgraad slechts 8.5%. Probos schat zelfs dat in de bouw maar 2% van het hout dat gebruikt wordt uit Nederland afkomstig is. In Nederland wordt er wel hout geproduceerd voor de bouw, maar veel te weinig om aan de vraag te voldoen.

Nederland is dus vooral op het buitenland aangewezen om aan de hout behoefte te voldoen. Het hout wordt geïmporteerd uit de hele wereld. Hardhout komt van verre tropische gebieden zoals het Amazone gebied of Zuid-Oost Azië. In 2016 nam de invoer van tropisch hardhout 9.1% van de totale import in beslag. Het bulk van de import kwam echter uit Europa met een percentage van 85% (CLO 2018).

Nederlandse houtoogst

Boseigenaren en beheerders zouden in Nederland meer hout kunnen oogsten dan er nu gedaan wordt. In Nederland groeit jaarlijks meer bos bij dan dat er geoogst wordt. Die groei vindt voornamelijk in het bos plaats waardoor bossen verdichten en niet qua oppervlakte uitbreiden. Van de 365.000 hectare bos is ongeveer 270.000 hectare geschikt voor houtoogst. Jaarlijks is er een bijgroei van 1.8 miljoen m3 waarvan 1.2 miljoen m3 geoogst wordt (Probos 2020). De bossen zijn dus aan het groeien. In theorie zou er dus meer geoogst kunnen worden zonder dat de bossen krimpen. Een toename van rond de 30% wordt als realistisch gezien.

De groei en oogst van Nederlands hout wordt duidelijker als je het berekend per hectare. "Per jaar groeit er 7,3 m3 hout per hectare bij, terwijl de oogst ongeveer de helft bedraagt (50% van de bijgroei). De houtvoorraad neemt jaarlijks met ruim 2 m3/ha toe, de rest is sterfte. Die 2 m3/ha zou je in theorie kunnen oogsten zonder het bos te beschadigen. Dan zou je naar een totale houtoogst van 1.50 miljoen m3 per jaar kunnen toegroeien.



Afbeelding links

Kaart Bossen en kan-sen Nederland

Nederland op korte termijn geen houtbouw leverancier

Dit betekent echter nog niet dat het realistisch is om te verwachten dat er in Nederland massaal met Nederlands hout gebouwd kan worden. Naast dat de logistiek er niet op in is gesteld wordt het hout dat nu geoogst wordt al onder andere hoogwaardig gebruikt voor trappen, kozijnen en meubilair. Stel dat de gehele Nederlandse oogst voorraad voor de bouw gebruikt zou worden, dan zou dat volgens Probos maar 1600 CLT woningen per jaar opleveren.

Niet al het hout dat in Nederland wordt geoogst (1.2 miljoen m3) is geschikt voor de bouw. Hout voor de bouw moet sterk en van hoge kwaliteit zijn, hout van lagere kwaliteit kan niet voor woningen worden gebruikt. Daarnaast is alleen naaldhout geschikt om mee te bouwen, de oogst verdeling in Nederland is 60% naaldhout en 40% loofhout. vervolgens kan niet de hele stam verwerkt worden tot volwaardig houtproduct. Je hebt altijd resthout dat overblijft en voor andere doeleinden gebruikt wordt. Van de 1.2 miljoen m3 dat nu geoogst wordt blijft maar 125.000 m3 over in de vorm van gezaagd naaldhout dat geschikt is voor de bouw. Stel dat houtproducten van lagere kwaliteit (zoals OSB) in de bouw gebruikt kan worden dan kan er theoretisch van Nederlands hout 2600 woningen per jaar worden gebouwd.

Concluderend zijn we in Nederland vooral op het buitenland aangewezen als we woningen in hout gaan bouwen. We kunnen in Nederland meer hout gaan oogsten en zijn ook van plan om meer bos-sen aan te planten. Echter, door het bescheiden bosoppervlak in Nederland gecombineerd met het feit dat we niet over echte productiebossen beschikken is onze houtvoorraad zeer beperkt. Daar-naast wordt het hout dat we nu oogsten ingezet voor andere producten zoals meubels, papier en karton. Als we al het Nederlands hout voor de woningbouw zouden gebruiken zouden we het hout voor de producten die we nu maken moeten importeren. Daargelaten dat de cultuur en infrastruc-tuur van de Nederlandse houtproductie niet is ingesteld om hout te produceren voor de bouw. We hebben bijvoorbeeld nog geen fabriek die houten planken kan verwerken tot een CLT product. Het

NEDERLANDS BOS IN CIJFERS

- Nederland heeft 365.000 ha bos, dit is 11% van het landoppervlak.
- Hiervan is 61% multifunctioneel bos en 39% Natuurbos (223.000 ha/142.000 ha).
- Tussen 2013 en 2017 is het bosoppervlakte kleiner geworden. Dit is voornamelijk te wijten aan het beleid dat bepaalde bosgebieden verwerkt tot zandvlaktes en heides om de biodiversiteit en de natuurwaarde te vergroten.
- Maar 5% van het Nederlandse bos staat in de provincie Noord-Holland.
- 48% van het bos is in eigendom van verschillende overheden tegenover 51% in particulier bezit. Staatsbosbeheer is de grootste boseigenaar in Nederland met 26%.
- In Nederland is de meest voorkomende boomsoort de grove den met een aandeel van 32%, de inlandse eik volgt met 18%.

lijkt daarom een illusie om de komende jaren te verwachten dat we op grote schaal met Nederlands hout woningen en kantoren gaan bouwen.

Europese bossen en houtoogst

Als er in Nederland de komende jaren veel met hout gebouwd zal worden dan zal het hout voornamelijk uit Europa geïmporteerd worden. Op basis van de houtvoorraad is dit geen probleem. Europa beschikt namelijk over 160 miljoen hectare bos - het Nederlandse bos levert hieraan maar een bijdrage van 0.23%. Daarnaast groeit er in Europa per jaar enorm veel hout bij, zo'n 800 miljoen m3. Er wordt maar 500 miljoen m3 per jaar geoogst waardoor in theorie, er in Europa 300 miljoen m3 hout per jaar extra geoogst zou kunnen worden. Ter vergelijking: In Nederland kan er maar 300.000 m3 extra hout geoogst worden, Europees gezien is dit een factor 1000. 300 miljoen kuub hout is een enorme berg hout. De bossen in Europa zijn in goede staat en kunnen een verhoogd houtgebruik de komende jaren opvangen.

Een voorwaarde voor het oogsten van hout is dat het gebeurt in duurzaam beheerde bossen. Duurzame bosbouw betekent in essentie dat er niet meer geoogst mag worden dan dat erbij groeit, zo blijft het bos intact. Daarnaast zorgen verschillende methodes ervoor dat het bos gezond en levendig blijft.

Om de bossen te beschermen bestaat er internationaal het onafhankelijke keurmerk FSC dat de duurzaamheidswaarde van hout garandeert. In Nederland heeft de helft van de bossen een FSC-keurmerk. Staatsbosbeheer krijgt al 20 jaar het FSC-keurmerk op al het hout dat de organisatie oogst. Om een FSC-keurmerk te krijgen moet bij het bosbeheer de natuurbelangen, economische belangen en sociale aspecten van het beheer in balans zijn. Per land en regio verschillen de voorwaarden.

Voorbeeld van natuurbelangen die FSC hanteert:

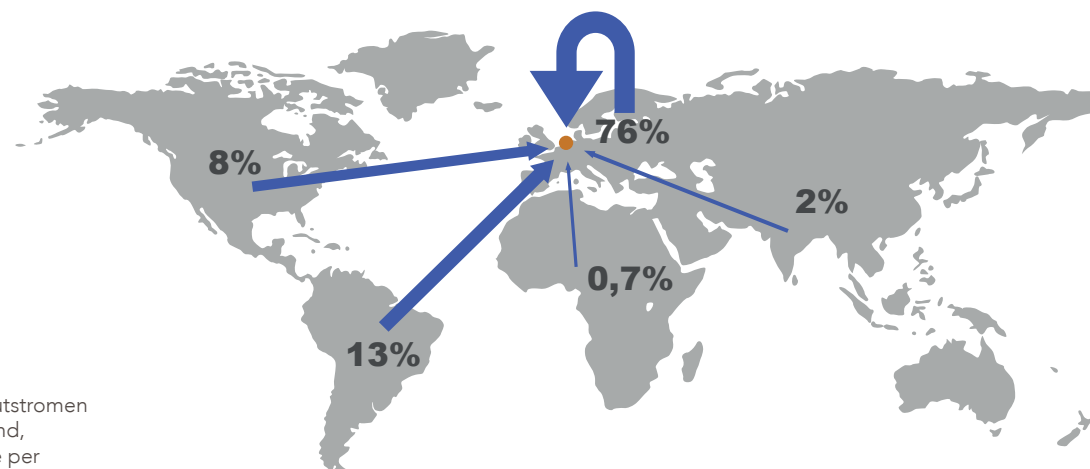
- In bossen met grote natuur- en cultuurwaarden wordt niet geoogst
- Na de houtoogst krijgt het bos de kans zich te herstellen
- De oogst is minder dan de bijgroei in de herstelperiode
- Oogst van bomen langs waterlopen en op steile hellingen is niet toegestaan

Naast het FSC-keurmerk heb je internationaal nog het duurzaamheidskeurmerk PEFC. In essentie zijn deze keurmerken hetzelfde en leven ze naast elkaar in de mondiale houtmarkt. In Nederland heeft 3240 hectare bos een PEFC-keurmerk ten opzichte van 167.831 hectare met FSC.

De Nederlandse Rijksoverheid heeft beleid gevoerd om niet gecertificeerd hout uit de Nederlandse

Afbeelding

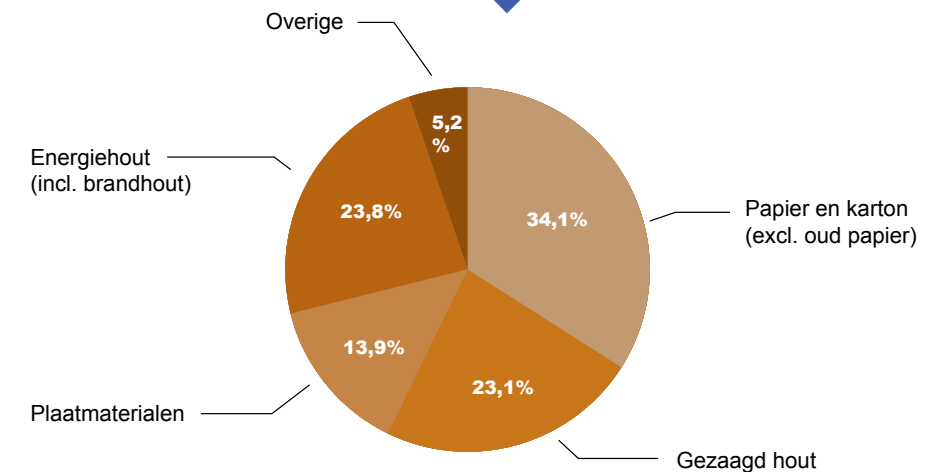
Overzicht houtstromen naar Nederland, in percentage per continent



HOUTVERBRUIK IN NEDERLAND

Het houtverbruik in Nederland in cijfers (Probos 2019: 28)

- Al het naaldhout dat in Nederland gebruikt wordt komt uit duurzaam beheerde bossen (FSC/PEFC gecertificeerd)
- In 2017 hebben we in Nederland 16.3 miljoen m3 rondhoutequivalenten verbruikt voor materiaal- en energetische toepassingen.
- We verbruiken in Nederland ongeveer 1 m3 hout per inwoner.
- Als we alleen naar hout kijken voor materiaalgebruik (geen energie hout) hebben we een zelfvoorzieningsgraad van 8.5 %. We importeren dus 91.5% van ons houtgebruik voor materialen.
- Probos schat zelfs dat slechts 2% van het hout in de bouw in Nederland geoogst is.



Afbeelding

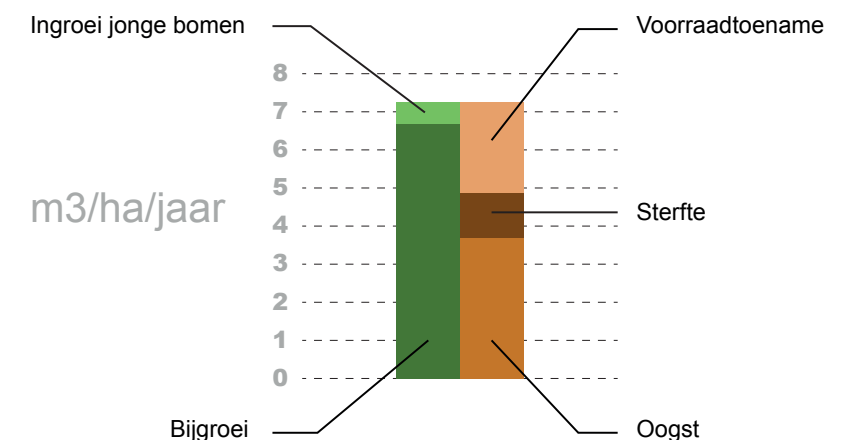
Houtverbruik in Nederland

Data: Nabuurs et al. 2016

Afbeelding rechts

Hout groei en oogst per hectare

Data: Nabuurs et al. 2016



markt te drukken. In 2008 heeft de toenmalige minister van VROM de inkoopcriteria voor duurzaamheid vastgesteld. Het FSC en PEFC vallen binnen deze criteria. Daarnaast is in 2016 het Green Deal Convenant Bevorderen Duurzaam Bosbeheer van start gegaan waarin 24 partijen het gebruik van duurzaam geproduceerd hout willen bevorderen. Het gevoerde beleid is effectief te noemen; in 2005 had slechts 13.3% van het gebruikte hout in Nederland een duurzaamheidskeurmerk - in 2017 is dit aandeel gestegen naar 84.7%.

Als we met hout gaan bouwen kunnen we ervan uitgaan dat dit gebeurt met duurzaam hout wat betekent dat de bossen gezond blijven en niet zullen verdwijnen. Vooral in de publieke opinie ontstaat er vaak verontwaardiging als bomen gekapt worden. De verontwaardiging voor bomenkap is begrijpelijk maar in Nederland meestal niet terecht. Bossen in Nederland worden grotendeels duurzaam beheerd en bijna al het hout dat we gebruiken heeft een duurzaamheidscertificering. Duurzame bomenkap leidt niet tot krimp van het bos. Daarnaast wordt er holistisch naar het bos gekeken welke bomen rijp zijn voor de kap waardoor het kappen vaak goed is voor de biodiversiteit. Vroeger zorgden bosbranden ervoor dat de bossen verjongde. Nu laten we bosbranden niet meer gebeuren dus is het noodzakelijk om oude bomen te kappen om plaats te maken voor nieuwe bomen.

Tot slot heeft houtproductie een positieve werking voor het bos omdat het bos een economische waarde krijgt waardoor er geld beschikbaar komt om het bos goed te beheren. Met de systemen en mechanismen die we nu hebben hoeven we niet bang te zijn dat houtproductie leidt minder bos. Integendeel, het komt het bos juist ten goede.

Ter conclusie

Kijkend naar de cijfers en de ontwikkelingen op de Nederlands houtmarkt is het niet logisch te verwachten dat Nederland in vijf jaar een volwaardig massief hout producent kent. Hierdoor zijn we voornamelijk aangewezen op de productie in onze buurlanden. Europa heeft genoeg bos om de verwachte groei op een duurzame manier aan te kunnen. Duurzaam Bosbeheer is in Europa nage-noeg gegarandeerd.

Bronnen

Teeuwen, S. & van den Briel, J., (2019) Meer inlands hout in de bouw goed voor Klimaatakkoord. Probos, Bosberichten 2019:3.

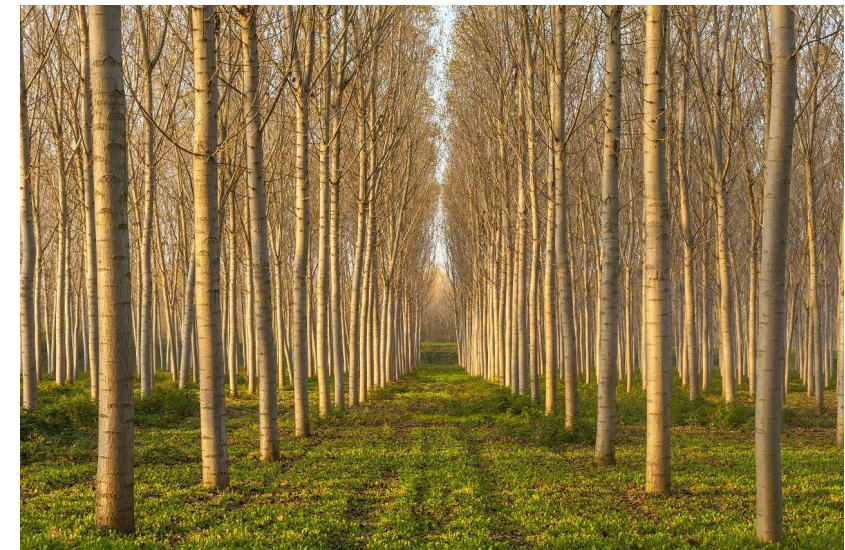
Oldenburger, J. (2019). Stand van zaken bos in Nederland. Factsheet ten behoeve van de werkbij-eenkomsten bossenstrategie op 22 en 22 november 2019. Stichting Probos.

Centraal Bureau voor de Statistiek (2018). Balans voor hout en houtproducten voor Nederland, 2000-2016. Compendium voor de Leefomgeving.

M. Boosten & J. Kremers (2020). Meer bos en bomen voor het klimaat. Bosberichten 20:1.

M. van Herwijnen (2020). 'Made in Holland' haalbaar? Houtwereld 73:5.

Nabuurs, G. & van den Briel, J. (2016). Actieplan Bos en Hout. Platform hout, natuur en milieu.



Keten onderdeel 2: Fabricage

Het tweede deel van de houtbouw keten is het verwerken van de bomen tot een massief hout product. Zoals eerder vermeld zijn er meerdere houtproducten op de markt die voor verschillende doeleinden gebruikt worden - CLT is het meest baanbrekend en versatiel als we kijken naar de stedelijke bouwopgave, vandaar dat we dit product specifiek uitlichten. In dit hoofdstuk zoomen we in op het productieproces van CLT, de marktaanbieders van massief hout producten en de toekomstperspectieven van deze markt.

De CLT-techniek

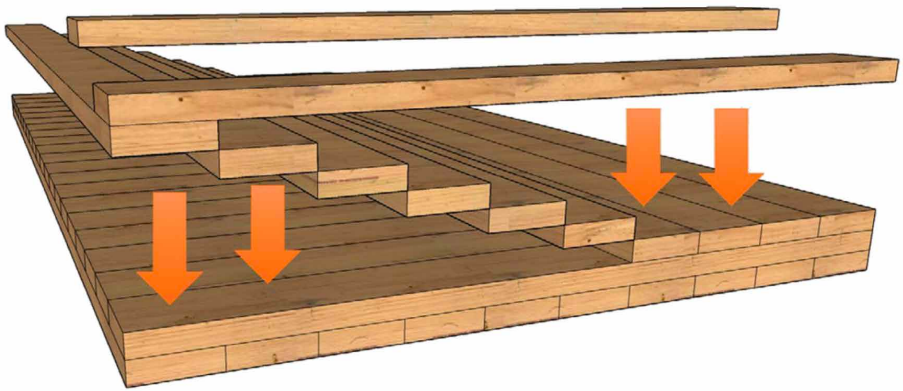
CLT wordt voornamelijk gemaakt van zachthout. Eigenlijk zijn alle naaldbomen geschikt voor CLT productie maar vurenhout is het populairst, dit is het hout van de fijnspar. Vurenhout is gemakkelijk te bewerken en relatief goedkoop. Vandaar dat deze houtsoort enorm veel voor CLT gebruikt - meer dan 85% van de CLT productie bestaat uit vurenhout. Daarnaast worden bomen als de douglasspar, de den en de westerse lariks gebruikt voor CLT-panelen.

De geoogste boomstammen komen aan in de fabriek waar CLT gemaakt wordt. Eerst worden de boomstammen verwerkt tot planken. Deze planken hebben een dikte van 20-40 mm en worden in de gewenste lengte gemaakt door verschillende planken aan elkaar te lijmen met de vingerlas techniek (finger jointed). Deze planken worden gedroogd in een oven zodat het hout beschikt over een vochtpercentage tussen 10-14%, dit vermindert de kans op scheuren in het houtoppervlak en optimaliseert de werking van de lijm. Tot slot worden alle defecten van het hout verwijderd zoals knoesten.

Na het verwerken van de boomstam tot plank worden de planken naast elkaar gelegd met de vezels (grain) van het hout in dezelfde richting. Vervolgens worden de houtlagen kruislings op elkaar neergelegd met lijm tussen de lagen. Essentieel is dat de vezels van de verschillende lagen in een hoek van 90 graden op elkaar liggen - een minimum van drie lagen is vereist. In Europa wordt er gewerkt met twee verschillende lijmsorten: PUR - polyurethaan lijm en MUF - melamine ureumformaldehydelijm. De uitstoot in termen van VOC emissies zijn miniem en blijven ruimschoots binnen de EU grenswaarden. Er wordt geëxperimenteerd om biobased lijmen op basis van soja in het productieproces te gebruiken. Deze innovatie is echter nog niet zover dat dit ook voor CLT wordt gebruikt, maar gezien de interesse in biobased producten zal dit ook voor CLT worden doorontwikkeld. Uiteindelijk bestaat het CLT paneel voor ongeveer 1% uit lijm.

Vervolgens gaan de gestapelde planken naar een machine waar ze onder hoge druk tot CLT worden gevormd. Door druk uit te oefenen aan alle kanten worden de planken samengeperst tot een CLT-paneel. Na dit proces wordt het hout geschuurd en is het klaar om verwerkt te worden tot de gewenste vorm voor het bouwproces. De belangrijkste machines in een CLT-fabriek is de X-Press en de CNC. De X-press is in staat hoge druk op het hout uit te oefenen en de CNC kan computergestuurd het hout snijden (frezen) in de gewenste vormen en maten van de opdrachtgever.

In principe kan je CLT panelen maken in elke gewenste grootte, mits de X-Press machine in de fabriek groot genoeg is. De afmetingen verschillen per fabrikant maar over het algemeen kan je CLT panelen bestellen met een maximale lengte van 17 meter, een breedte van 3.5 meter en een dikte tot 400 mm. Je kan kiezen uit een CLT paneel met 3, 5, 7, 9 of 11 lagen hout.



Afbeelding

De techniek achter een CLT paneel

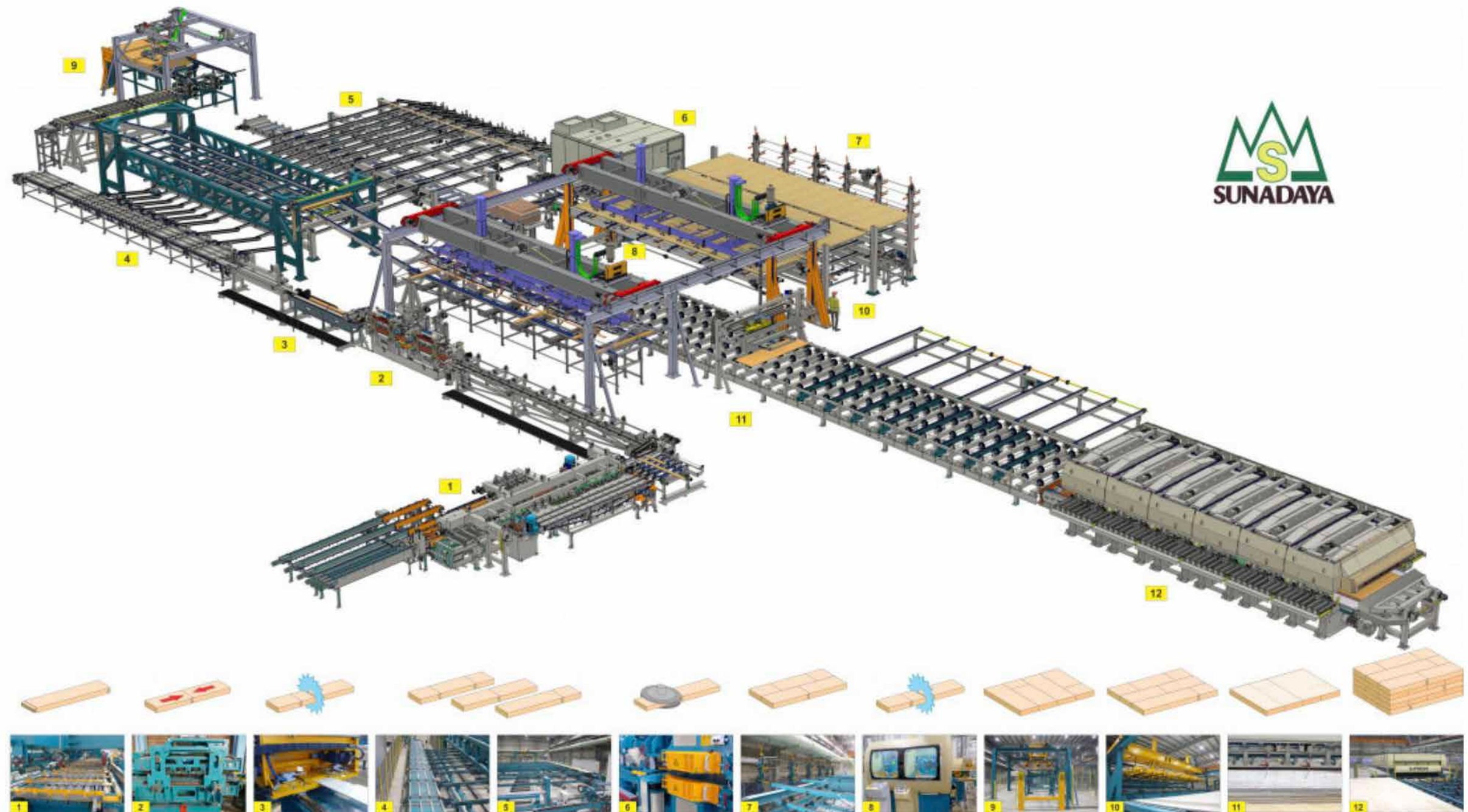
Houtkwaliteit en esthetiek

De keuzes van de architect bepaald in belangrijke mate hoe de CLT panelen in de fabriek worden gemaakt. Het hout dat voor CLT panelen wordt gebruikt is onder te verdelen in verschillende kwaliteitscategoríeen. Afhankelijk van hoe het paneel gebruikt wordt - in het zicht of niet - wordt bepaald welke kwaliteitsklasse de buitense houtlaag van het CLT-paneel krijgt. Ook kan je panelen bestellen met verschillende sterktes, hoe sterker het paneel hoe duurder het wordt. Daarbovenop kan de architect uit het gebruik van verschillende boomsoorten kiezen waardoor je esthetisch keuzes kan maken. Dit is nog volop in ontwikkeling. Ook wordt er bijvoorbeeld gekeken of de binnenste lagen van andere biobased materialen gemaakt kunnen worden.



Afbeelding

Verskillende soorten hout en hun esthetische verschillen



Afbeelding

De Sunadaya CLT-fabriek in Japan; geleverd door Ledinek - productieactiviteit van 22.500 m³/jaar.

Bron: Sunadaya

Resthout

Het hout komt de fabriek binnen als boomstam en verlaat het als CLT paneel. Doordat je sterke rechte planken nodig hebt is niet al het hout van de boom te gebruiken voor CLT, in het proces zal altijd hout verloren gaan. Dit zijn vooral houtchips en zaagsel. Dit bedraagt ongeveer 40% van de boomstam. Daarnaast gaat er nog hout verloren bij het drogen in de oven en het bijsnijden van het CLT. Gemiddeld houdt je van 1 m3 boomstam 0.43 m3 CLT over.

Het afvalhout wordt verwerkt om gebruikt te worden voor houtproducten zoals plaatmateriaal of als het te klein is als biomassa. Zo gebruikt Binderholz het afvalhout om haar eigen fabrieken en de plaatselijke omgeving van energie te voorzien. Ze zorgen ervoor dat het hout niet wordt verspild. Het bedrijf wil dat 100% van het materiaal gebruikt wordt en probeert in die zin volledig circulair te zijn.

De producenten van massief hout producten zijn vaak oude zagerijen die zich op deze markt zijn gaan focussen. Een drietal bedrijven is enorm gegroeid en kunnen als marktleiders worden beschouwd. Doordat de CLT innovatie in Oostenrijk is ontstaan staan de meeste fabrieken in Europa en met name in de DACH landen - Duitsland (D), Oostenrijk (A) en Zwitserland (CH) te midden van de bossen. Van deze landen heeft Oostenrijk de grootste productiecapaciteit en de meeste fabrieken.

De markt

De Europese markt voor massief hout producten ontwikkeld zich snel met groeipercentages van 10% per jaar. Je hebt nieuwe spelers die de markt betreden, bestaande fabrieken die hun productiecapaciteiten uitbreiden en grote producenten die fabrieken openen in nieuwe gebieden.

De CLT markt wordt gedomineerd door drie grote spelers: Binderholz, KLH en Stora Enso. Gezamenlijk leverden ze 75% van de mondiale productie in 2018. Deze producenten hebben meerdere fabrieken in verschillende landen. Zo heeft Stora Enso - van oorsprong een Zweeds bedrijf - productiefabrieken in zowel Zweden als Oostenrijk met een totale productiecapaciteit van 390.000 m3/jaar in 2020.

De verwachting is dat de markt diverser en groter wordt omdat meerdere spelers deze producten willen gaan produceren. Je ziet in verschillende regio's kleine productiefabrieken ontstaan. Een

voorbeeld is Derix net over de Nederlandse grens in Duitsland met een productiecapaciteit van circa 120.000m3/jaar. Deze ontwikkelingen zorgen uiteindelijk voor kortere rij afstanden van de fabriek naar de bouwplaats en daarmee minder CO2 uitstoot.

De verwachting is dat de markt een enorme groei gaat doormaken. De mondiale CLT productie was in 2019 1.6 miljoen m3. In 2020 wordt de productie geschat tussen de 2 en 2.5 miljoen m3. In landen buiten Europa zoals de VS, Canada en met name Japan wordt CLT een steeds populairder bouwproduct. In Japan heeft dit te maken met de sterke weerbaarheid tegen aardbevingen van het materiaal. In het eerste kwartaal van 2020 heeft Japan al 230.000 m3 CLT geïmporteerd. Maar ook binnen Europa groeit de CLT markt. In Zweden, wat van oorsprong en qua cultuur echt een bosland is, is de productiecapaciteit uitgebreid van 25.000 m3/jaar in 2019 naar 400.000 m3/jaar in 2020.

Producenten zijn dus aan het uitbreiden om aan de toekomstige vraag te voldoen. Maar ook nog in de bestaande fabrieken wordt nog lang niet de volledige productiecapaciteit gebruikt. Zo draait de fabriek van Derix pas op 15% van het maximum. Ook met de bestaande capaciteit kan de vraag naar CLT toenemen zonder dat dit prijs verhoogt of het aanbod schaars maakt.

De overheid die de CLT markt stimuleert: Frankrijk als casus

Onderzoekers aan de Oregon State University hebben onderzoek gedaan naar de beweegredenen van CLT productiebedrijven om CLT te gaan produceren (Albee & Muszynski et al. 2018). Hiervoor hebben ze Frankrijk als casus genomen.

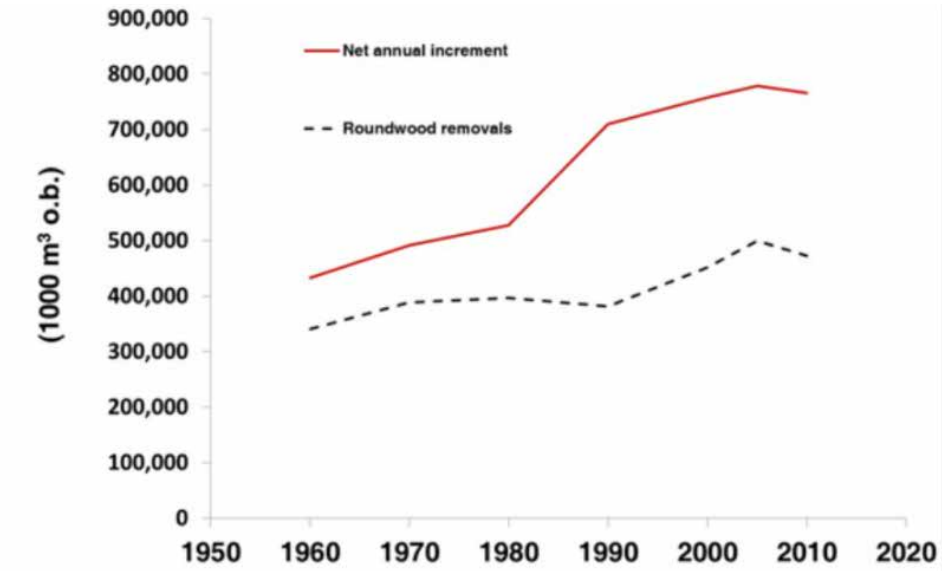
Frankrijk was net als Nederland eerst een importeur van CLT-producten uit de DACH-landen. Ondanks dat Frankrijk grenst aan deze naaldhout landen waar al veel CLT werd geproduceerd kwam de nationale productiemarkt maar langzaam op gang.

Na de stilgevallen bouw in Frankrijk door de economische crisis van 2008 heeft de overheid besloten om massief hout te stimuleren via een overheidsprogramma. Dit programma bestond uit maatregelen zoals belastingvoordelen voor het aanschaffen van apparatuur, gesponsorde trainingen vanuit de overheid, architectuurwedstrijden gericht op CLT als bouw materiaal en onderzoek naar het gebruik van Franse houtsoorten in CLT. Dit programma begon in 2013 en eindigde in 2016 toen de bouwsector weer overeind was gekrabbeld.

Woon-zichtkwaliteit (WSI)	Industrie-zichtkwaliteit	Niet-zichtkwaliteit
Hout van de hoogste esthetische kwaliteit. Weinig oneffenheden in het hout en visueel het meest rustig. De planken zijn speciaal gesorteerd op visuele kwalificaties. Bedoeld om in het zicht te laten.	Hout dat visueel prima is maar minder hoogwaardig als bij WSI. Meer oneffenheden en grotere noesten. Bedoeld om zichtbaar te laten in een afgewerkte constructie.	Slechts gesorteerd op sterkte van het hout en niet op de visuele waarde van de plank. Wordt veel aan de binnenkant van een CLT paneel gebruikt of aan de buitenkant als het in de constructie niet in het zicht wordt afgewerkt.
		

Afbeelding

Verskillende soorten zicht kwaliteiten



Afbeelding

Groei en oogst in het Europese bos tussen 1960 en 2010

Bron: Nabuurs et al. 2013

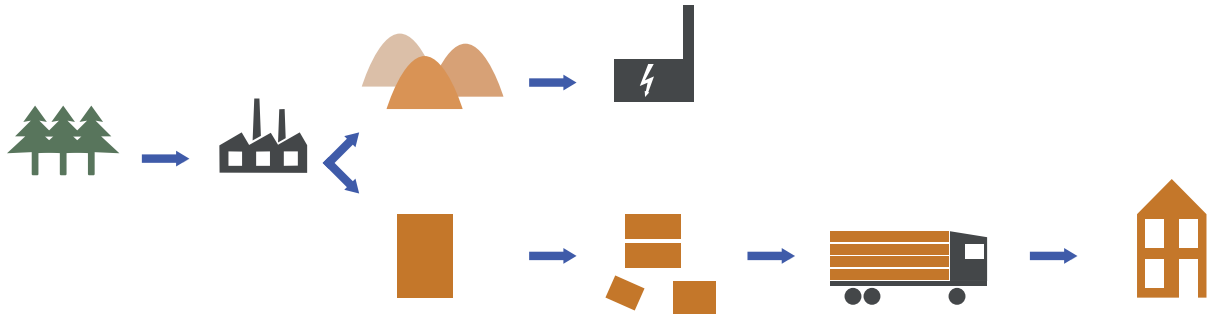
CLT-PRODUCTIE CENTRAAL EUROPA

Grootste CLT fabrieken Centraal Europa

Bedrijfsnaam	Productiecapaciteit	Land
Stora Enso - Ybbs an der Donau	210.000 m3	Oostenrijk
Binderholz - Unternberg	200.000 m3	Oostenrijk
KLH Massivholz	150.000 m3	Oostenrijk
Ante-Holz GmbH	100.000 m3	Duitsland
Södra AB	100.000 m3	Zweden
Brüder Theurl GmbH	100.000 m3	Oostenrijk
Stora Enso - Bad St. Leonhard	100.000 m3	Oostenrijk
Stora Enso/ Gruvon	100.000 m3	Zweden
Schilliger Holz	80.000 m3	Zwitserland
Mayr-Melnhof Holz - Gaishorn	72.500 m3	Oostenrijk
Binderholz - Burgbernheim	70.000 m3	Oostenrijk
Hasslacher Norica Timber	62.000 m3	Duitsland
Splitkon AS	60.000 m3	Noorwegen
2 fabrieken dichtbij NL		
Derix Westernkappeln (grens Hengelo)	100.000 m3	Duitsland
Eugen Decker (Morbach)	25.000 m3	Duitsland



Afbeelding
De meeste CLT fabrieken staan in de relatieve nabijheid van Nederland.



Afbeelding
Schematische weergave van de efficiëntie van hout. Nagenoeg alles wordt in het gehele proces uit het materiaal benut.

In die periode merkten lokale houtproducenten dat de vraag naar CLT toenam en begonnen enkele zagerijen een eigen productielijn op te zetten. Onderzoekers van de Oregon State University hebben deze bedrijven geïnterviewd naar hun beweegredenen om de CLT markt te betreden en allen benoemen het overheidsprogramma als een belangrijke factor. Ook redenen zoals dienen van het publieke belang en de groeiende kennis en kunde kwamen vaak voorbij. Het belangrijkste was echter dat CLT een economisch winstgevend product zou zijn.

De productiemarkt in Frankrijk is nog niet zover doorontwikkeld zoals die in de Scandinavische landen of in de DACH regio. Wel heeft de Franse overheid de markt een klein zetje in de rug gegeven om de nationale productie van hout voor de bouw op te starten. Ook aan de vraagkant gaat de Franse overheid een rol spelen. Recent is aangekondigd dat van alle overheidsgebouwen die vanaf 2022 gebouwd gaan worden ze voor minimaal 50% uit hout of biobased moeten bestaan. Hiermee willen de Franse overheid het juiste signaal afgeven aan de rest van het land.

Bronnen
Albee, R. & Muszynski, L. et al. (2018). Recent Developments in the Global Cross-Laminated Timber (CLT) Market. Oregon State University.
CBI (2017). Exporting cross laminated timber (CLT) to Western Europe. Ministerie van Buitenlandse Zaken.
Ebner, G. (2020). Considerably more European laminated timber for Japan. Geraadpleegd van: https://www.timber-online.net/wood_products/2020/05/considerably-more-european-laminated-timber-for-japan.html.
Jauk, G., (2019). 100,000 m³ cross-laminated timber factories as default? Geraadpleegd van: https://www.timber-online.net/wood_products/2019/11/100000-m3-cross-laminated-timber-factories-as-default.html.
Timber-online.net. The biggest CLT producers in Central Europe. Geraadpleegd van: <https://www.timber-online.net/blog/biggest-clt-producers.html>.
Nabuurs, G. J. et al. (2013). First signs of carbon sink saturation in European forest biomass. Nature 3 792-796.

Keten onderdeel 3: Assemblage

Nadat de massief hout producten zijn geproduceerd zijn ze klaar voor bewerking met een CNC machine. Het proces van product tot woning is wezenlijk anders dan bij vergelijkbare materialen zoals beton en staal. Door het lichte gewicht van hout gecombineerd met de hoge mate van bewerkelijkheid worden de houten panelen in de fabriek bewerkt om als bouw pakket op bouwplaats aan te komen. Op de bouwplaats wordt het gebouw vervolgens als een Ikea bouw pakket in elkaar gezet. Het proces van bouwen verschilt daardoor van bouwen met traditionele materialen. De nadruk ligt meer op voorbereidend werk en minder op het bouwen op locatie zelf. Dit hoofdstuk brengt dit alternatieve bouwproces in beeld.

Pre-fabricatie en de CNC-Machine

Geprefabriceerde gebouwen bestaan uit verschillende onderdelen ontwikkeld in de fabriek, deze onderdelen worden naar de locatie getransporteerd om daar vrij eenvoudig in elkaar te worden gezet. Onderzoeken laten zien dat prefabricage de manier is om de kwaliteit en de productiviteit in de bouw te verhogen. Bouwen met massief hout producten gebeurt vrijwel altijd via prefabricage.

Naast het duurzame karakter van hout is de bewerkbaarheid van massief hout producten een van de grote voordelen waarom bouwers enthousiast zijn over dit materiaal. Een blok hout kan je makkelijk bewerken met een zaag of een beitel. Dit maakt hout uitermate geschikt om bewerkt te worden met een CNC machine.

Een CNC machine is een computergestuurde machine dat over verschillend gereedschap beschikt om onder andere hout mee te bewerken. Het ontwerp voer je in de computer in. Bijvoorbeeld waar een opening moet zitten om de leidingen door te laten of waar het paneel dunner moet zijn om goed aan te sluiten op andere panelen. Dit proces heet frezen. De computer kan het bewerken foutloos en op de millimeter nauwkeurig uitvoeren. Doordat alle aansluitingen en aanpassingen van tevoren in de fabriek worden bedacht en uitgevoerd zijn de marges klein en heel precies. Op de bouwplaats hoeft men alles slechts in elkaar te zetten middels relatief eenvoudige en snelle handelingen. Dit maakt het assemblageproces van een massief houten gebouw buitengewoon efficiënt.



Afbeelding

Assemblage CLT panelen

Voordelen prefabricage

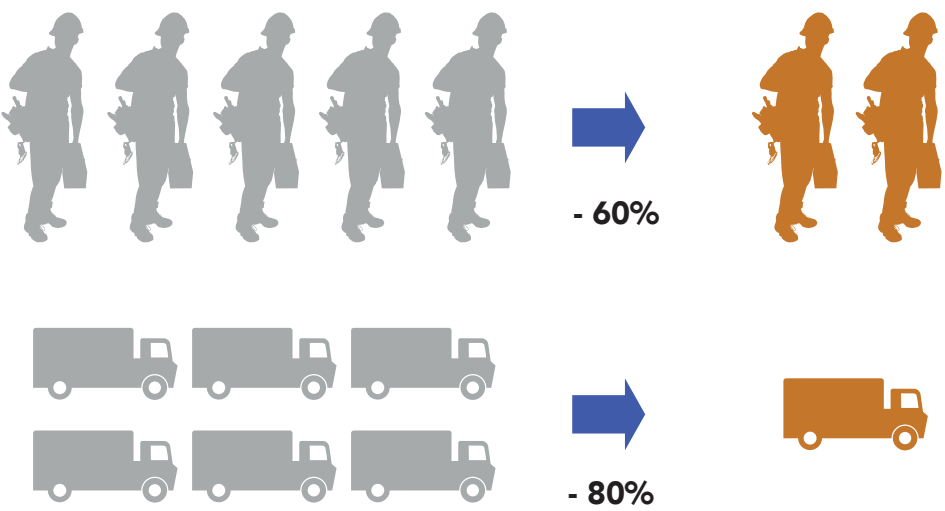
Prefabricage met hout heeft een aantal voordelen ten opzichte van traditioneel bouwen. En mits de gehele keten en alles daaromheen goed is ingeregeld kan tijd, geld en moeite worden bespaard.

Dat is ten eerste te merken door de versnelde bouw tijden. De duur van het bouwen op de bouwplaats wordt aanzienlijk ingekort door de snelle assemblage van het bouw pakket. Aannemer JP van Eesteren van het project HAUT gaf aan dat het plaatsen van een etage in hout ongeveer 50% sneller gaat dan bij beton. Daarnaast gaat de gevelbewerking aanzienlijk sneller. Ook andere studies laten zien dat in de bouw tijd 40-60% aan tijd gewonnen kan worden. UCA architects heeft de bouw periode van een beton/staal constructie vergeleken met die van een massief houten constructie en komt uit op een reductie in bouw tijd van achttien weken.

Ten tweede is er minder personeel nodig op de bouwplaats wat de bouw kosten flink drukt. Hoeveel personeel daadwerkelijk nodig is hangt natuurlijk af van de grootte van het project maar gemiddeld gezien heb je één persoon nodig die een kraan bedient en drie monteurs die de CLT panelen plaatsen en monteren. Voor het plaatsen van de draagconstructie heb je 50-70% minder personeel nodig dan bij een betonnen equivalent. Niet onbelangrijk aangezien Nederland een personeelstekort kent in de bouw.

Bij het bouwen met massief hout heb je een minder grote kraan nodig door het lichte gewicht van het materiaal. Je kan zelfs bouwen met een elektrische kraan in plaats van een kraan die draait op fossiele brandstof.

Daarnaast produceren bouwplaatsen waar met massief hout gebouwd wordt minder geluidsoverlast, minder stof en minder afval. Dit zorgt voor een gezondere werkomgeving voor de bouw ers



als wel als de omwonenden. Voor bouwen in binnenstedelijke gebieden is dit een duidelijke meerwaarde.

Omdat de panelen zijn geprefabriceerd heb je geen zware machines nodig om op de bouwplaats zelf nog aanpassingen te doen. Het merendeel van het werk kan gedaan worden met elektrische gereedschap zoals een boor. Dit maakt het bouwgeluid veel zachter en geeft een minder vervuilende werkomgeving. Daarnaast worden gehele vloeren en muren in een mum van tijd geïnstalleerd tot een stevig bouwwerk. Dit leidt tot een gezondere en veiligere werkomgeving in de bouw.

Tot slot heb je minder verkeersoverlast als je bouwt met hout. Het lichte gewicht van hout zorgt ervoor dat een vrachtwagen veel meer volume kan transporteren dan vergeleken met beton. Een vrachtwagen heeft een maximum gewicht dat het kan vervoeren. Beton heeft een gewicht/massa verhouding van ongeveer 2400 kg/m³. Bij vurenhout is dit 450 kg/m³. Daarom heeft een geprefabriceerd rijtjeshuis van beton ongeveer zes vrachtwagens nodig om de materialen van de fabriek naar de bouwplek te verplaatsen ten opzichte van anderhalf vrachtwagen bij een houten equivalent. Ook dit zorgt weer voor minder geluidsoverlast op de bouwplaats en maakt hout vooral aantrekkelijk waar bouwvervoer altijd een aandachtspunt is, zoals op binnenstedelijk locaties. Minder vervoer, minder geluidsoverlast, minder CO₂ uitstoot.

Modulair bouwen

Het lichte gewicht van hout maakt het mogelijk om modulair te bouwen. Bij modulair bouwen maak je gehele modules klaar in de fabriek, met afwerking en installaties helemaal gereed, zonder de uitstoot van stikstof. Door het lichte gewicht van hout kunnen vrachtwagens deze vervolgens vervoeren naar de bouwplaats waar ze slechts uitgeladen en gemonteerd hoeven te worden. Hotel Jakarta op de kop van Java bestaat uit een betonnen kern met opgestapelde houten modules van CLT. Eén hotelkamer had de afmeting van één module die precies op een vrachtwagen geladen kon worden. Het koste slechts 18 dagen om alle modules te vervoeren en te installeren op de bouwplaats. De installaties, badkamer en interieur waren al in de fabriek helemaal klaar voor gebruik voor gebruik gemaakt. Maar ook voor woningbouw is modulair bouwen een toepasselijke techniek, het biedt de mogelijkheid om de bouwproductie enorm op te schalen.

Modulair bouwen kent een langere geschiedenis die terug gaat naar de 20e eeuw. Modulair bouwen is destijds nooit echt van de grond gekomen doordat er geen constante vraag naar woningen was en de gemeentes vonden de beperkte variatie van woningen onaantrekkelijk en niet passen



Afbeelding

Standaardisatie en variatie bij het concept HOUTbaar LOFT

Bron: Houtbaar

binnen de stedenbouwkundige cultuur van de omgeving. Aan een gebrek van een constante vraag is in Nederland nu geen sprake en computerprogramma's maken het mogelijk om standaardisatie voor de producent en variatie voor de consument te combineren.

Startups: Finch Buildings

Een goed voorbeeld van een modulaire houtbouwer is het Amsterdamse bedrijf Finch Buildings. Finch ontwikkelt al sinds 2014 modules van hout en wilt 1000 modules per jaar produceren, hiervoor gebruiken ze modules van CLT. De modules hebben een oppervlak van 28 tot 42 vierkante meter en door de modules aan elkaar te schakelen kunnen grotere woningen of kantoren worden gecreëerd. Op die manier ben je niet gelimiteerd door de structuur van de modules en heb je eindeloos veel mogelijkheden in je inrichting. Daarnaast heb je de keus om het gebouw af te werken met hout, geanodiseerd aluminium of bakstenen. Het bouwproject in Monnickendam is een mooi voorbeeld van een appartementencomplex dat compleet is opgebouwd uit houten modules. Later dit jaar start de bouw.

Startups: HOUTbaar

Een ander concept dat net gelanceerd is dat met houten modules bouwt is HOUTbaar van TBI. Het project is net gelanceerd maar door de grootte van TBI wel goed hier te benoemen. HOUTbaar biedt twee typen woningen aan: HOUTbaar HUIS en HOUTbaar LOFT gemaakt van CLT, LVL en Glulam. HOUTbaar HUIS is de standaard Nederlandse eengezinswoning tussen 110 en 150 m². HOUTbaar LOFT is een loftwoning van 35 m² met een hoog plafond waar een verdieping, trappen en kasten kunnen worden 'ingeklikt'. Het huis wordt volledig demontabel gebouwd waardoor het huis kan meegroeien met de wensen van de bewoner. Zo kan je ervoor kiezen om door een nieuwe verdieping te plaatsen je oppervlak uit te breiden naar 82 m². Als de nieuwe verdieping niet bevalt kan het gewoon weer worden 'uitgeklikt' en kan de verdieping worden gebruikt in een ander huis. De casco van HOUTbaar staat vast om het betaalbaar te houden. In dit concept wordt het duurzame karakter gecombineerd met een hoge mate van demontabiliteit en circulariteit.

Bij beide bedrijven zien we dat standaardisatie wordt gecombineerd met variatie voor de consument om een duurzaam en betaalbaar huis af te leveren. Doordat hout wordt gebruikt is die grote mate van differentiatie mogelijk. Daarnaast maakt de standaardisatie het mogelijk om de productie enorm op te schalen wat er voor zorgt dat de kosten dalen en de huizen niet duurder of zelfs goedkoper zijn dan de norm.



Afbeelding

Gebouw van Finch, in Monnickendam

- 106 modules
- 62 woningen
- 5.430 m² BVO

Verandering van het bouwproces

Het bouwen van woningen van massief hout in vrije vorm of module vorm zorgt voor een ander bouwproces dan bouwers gewend zijn. Zoals hierboven omschreven biedt het voordelen ten opzichte van het traditioneel bouwen. Maar doordat het materiaal over andere kwaliteiten beschikt en het proces is veranderd zijn er ook een aantal aandachtspunten waar rekening mee moet worden gehouden.

Hout is namelijk vatbaar voor vocht. Als het hout te lang wordt blootgesteld aan de weersomstandigheden kan het vocht in het hout trekken waardoor het kan gaan vervormen of gaan schimmelen. Het is daarom belangrijk dat de houten elementen binnen 8-12 water- en winddicht worden gemaakt. Zo blijft de kwaliteit van het hout intact. Dit vraagt extra aandacht en kennis van de aannemer.

Ook heeft dit implicaties voor de bestel volgorde op de bouwplaats. Bepaalde elementen zoals kozijnen hebben een langere levertijd dan andere elementen. Door de ‘afwerk-limiet’ van 8-12 weken is het belangrijk dat hier van te voren over wordt nagedacht en dat alles op tijd besteld en op de bouwplaats aankomt. Het is problematisch als de bestellingen vertraging oplopen waardoor bijvoorbeeld de houten CLT panelen weken op de bouwplaats blijven liggen. Ook dit vraagt om extra kennis en aandacht van de aannemer. Vandaar dat houtspecialisten vaak in het bouwproces worden betrokken om dit soort fouten te voorkomen. De planning op de werkplaats moet kloppen.

Bij het bouwen met hout ligt er extra nadruk op het ontwerpproces. Doordat de verschillende onderdelen in de fabriek worden geprefabriceerd is het noodzakelijk dat het ontwerp tot in de kleinste details klopt. Op de bouwplaats zelf kunnen de houten panelen vrij makkelijk nog worden aangepast. Maar een grote fout in het ontwerpproces kan grote gevolgen hebben voor het assembleren van het gebouw. Als de panelen niet goed zijn ontworpen kan het veel tijd en geld kosten om ze ter plekke nog aan te laten passen.

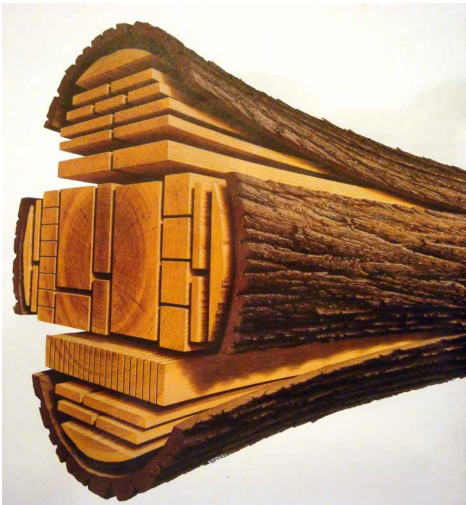
Dit zorgt ervoor dat de nadruk van het bouwproces verschuift van de bouwplaats naar de architect en het werk in de fabriek. Het is daarom nog belangrijk dat eerder in het proces (3D-)engineers worden betrokken om mee te denken over oplossingen. Alles moet van te voren grondig worden uitgetekend en tot in de puntjes worden doorberekend. De focus ligt bij houtbouw echt op het proces vóór het bouwen.

VOORDELEN VAN INDUSTRIEEL (MODULAIR) BOUWEN

- Hogere productiviteit
- Hogere kwaliteit van het gebouw
- Snellere bouw tijden op locatie
- Minder afval
- Minder CO2 uitstoot
- Lagere kosten van het gebouw
- Lagere operationele kosten
- Minder overlast op locatie van geluid, stof en vervoer
- Veiligere en gezondere werkomgeving
- Stabiel productieproces met hogere continuïteit
- Hogere voorspelbaarheid van de prestatie van het gebouw

Bronnen

ARUP (2019). Rethinking Timber Buildings. Seven perspectives on the use of timber in building design and construction.
Vaugh Thistleton Architects (2018). 100 Projects UK CLT.
UCA (2020). Urban Climate Architects: Onderzoek naar de eigenschappen, toepassingen en gebruiksvoorwaarden van massieve houten constructies.



VOORDELEN VAN INDUSTRIELE HOUTBOUW TEN OPZICHTE VAN BETON

- Hout is makkelijker en preciezer te bewerken dan betonnen panelen door CNC machines
- Door het lichtere gewicht wordt het bewerken in de fabriek, het transport naar locatie en het het werk op locatie makkelijker
- CO2 uitstoot door vervoer naar locatie is minder. Ter vergelijking: een woning van beton heeft zes vrachtwagens nodig om te vervoeren. Een huis van CLT heeft genoeg aan een tot twee vrachtwagens
- Bouwplaats heeft minder zwaar gereedschap nodig en creëert dus ook minder overlast
- Industrieel bouwen heeft een slecht imago. Steden willen een eigen uitstraling en voor gefabriceerde huizen past niet in deze gedachtegang
- Industrieel bouwen kan alleen floreren met een constante aanhoudende vraag. Dit heeft de industrie in het verleden tegengehouden.
- Het nadruk in het bouwproces verschuift naar de ontwerper en de fabriek. Dit vereist extra kennis en kunde.

Keten onderdeel 4: Gebruik

In dit hoofdstuk behandelen we het gebruik van een massief houten woningen. We kijken naar de verschillen in het gebruik van een houten woning ten opzichte van een woning in beton. Wat betekent het voor de architect en de stedenbouwkundige om een houten gebouw een prettig, goed functionerend gebouw te maken - waar moet extra rekening mee worden gehouden?

De levensduur

Als we mensen spreken die niet bekend zijn met houtbouw is de eerste vraag of een houten huis wel brandveilig is. Vaak gaat de tweede vraag over de levensduur houten woning. Mensen hebben een robuust beeld van steen en beton; het gaat jarenlang mee en is moeilijk kapot te krijgen. Een beeld dat de betonindustrie graag in stand houdt. Bij hout is dat beeld veel fragieler. We denken toch al gauw aan tuinhuisjes of aan een schuur in de achtertuin die we zelf ook in elkaar kunnen zetten. We zijn het sterke karakter van hout misschien wel een beetje vergeten. Houten huizen gaan namelijk jaren mee. Onze hele grachtengordel bestaat uit huizen waarin een aanzienlijk deel van de hoofdconstructie uit hout bestaat hout.

Het oudste huis in Amsterdam dateert van het jaar 1485 en is gebouwd van hout. Het pand van de Warmoesstraat 90 heeft door de jaren heen meerdere bestemmingen gehad, als woning maar ook als hotel. Het gebouw wordt al meer dan 500 jaar in gebruik genomen in een van de drukste straten van Amsterdam. Qua levensduur is een houten woning vergelijkbaar met die van een betonnen woning, zeker van een massief houten woning. Belangrijk is dat het huis goed onderhouden wordt. Dat is ook de reden waarom de huizen in de Amsterdamse grachtengordel nog overeind staat. Wel zijn er extra aandachtspunten als je gaat bouwen met hout om de levensduur te kunnen garanderen.

Van belang is dat hout wordt gebruikt van goede kwaliteit. Daarnaast moet tijdens de bouwfase het hout niet voor een te lange periode worden blootgesteld aan het weer zoals in het vorige hoofdstuk beschreven. Hout is zonder bewerking vatbaar voor vocht wat zorgt voor houtrot en schimmel. De levensduur van houtproducten kan worden verlengd met warmtebehandelingen en houtmodificatie processen zoals acetylactie en furfurylatie. Deze processen maken het hout onaantrekkelijk voor houtaantastende organismen. Daarnaast is het belangrijk dat de draagconstructie van het huis netjes afgewerkt is en niet in aanraking komt met de weersomstandigheden, net zoals bij een betonnen constructie. Dan kan een houten huis wel 1000 jaar mee gaan.

In Nederland stelt de bouwregelgeving (NEN-EN-1990) dat een nieuw te bouwen huis minimaal 50 jaar moet mee gaan. Er wordt wel gestuurd op een langere levensduur van meer dan 100 jaar. In de praktijk staan Nederlandse huizen gemiddeld 120 jaar. Hout voldoet aan die eis en presteert daarmee op levensduur even goed als een huis gebouwd van minerale grondstoffen.

De constructie

De draagconstructie bepaald de mogelijkheid voor de gebruiker om het gebouw aan te passen naar de behoefte van de gebruiker. Zo heb je bij een draagconstructie die bestaat uit balken en pilaren meer mogelijkheden om de ruimtes aan te passen. Bij houtbouw wordt er dan gebruikt gemaakt van Glulam balken en CLT vloeren en wanden. Je kan hierdoor makkelijker muren weghalen om grotere kamers te maken of zelfs woningen samenvoegen. Vooral voor gebouwen die meerdere functies herbergen zoals een appartementencomplex met winkels in de plint of een kantoorgebouw is deze flexibiliteit belangrijk en verhoogt de praktische levensduur van het pand.

Bij een draagconstructie van wanden heb je deze mate van flexibiliteit minder omdat bepaalde wanden dragend zijn en altijd op dezelfde plek moeten blijven staan voor de veiligheid van het gebouw. Doordat hout het bouw materiaal is kan je wel makkelijk een opening zagen in een muur maar je moet altijd goed berekenen waar dat wel en niet kan.

Een draagconstructie van houten balken geeft een grotere mate van flexibiliteit en geeft de gebruiker door de jaren heen de mogelijkheid het pand aan te passen aan de wensen en voorkeuren in

de toekomst. Een houten draagconstructie van balken verlengt daarmee de functionele levensduur van het gebouw waardoor het gebouw meer kans heeft dat het in de toekomst nog als aantrekkelijk wordt gezien. Het vergroot de kans dat het gebouw niet gesloopt wordt maar ervoor wordt gekozen om te renoveren en te herinrichten.

In Nederland is er binnen de architectenwereld een beweging ontstaan die deze principes omarmt en noodzakelijk stelt voor een duurzame toekomst. Openbuilding.co is een platform voor architecten die pleiten om meer open te bouwen waardoor bewoners meer zeggenschap hebben over hun woonomgeving, er minder CO2 wordt uitgestoten in het bouwproces en de bouwmaterialen beter geschikt zijn om te worden hergebruikt. Gebouwen moeten meer demontabel ontworpen worden om toekomstbestendiger te worden. Ze zien massief hout als een belangrijk product die helpt om deze transitie naar een open bouw omgeving te maken. Patch22 is een voorbeeldproject van een open gebouw dat in dit gedachtegoed is gemaakt.

De ervaring

Een houten gebouw heeft een positief effect op de ervaring en de gezondheid (fysiek en mentaal) van de gebruiker, dit is wat onderzoeken aantonen. Onderzoek naar de effecten van hout op de gebruiker zijn nog relatief nieuw. De resultaten laten zien dat mensen het prettig vinden om in een omgeving te zijn waar hout in is verwerkt. Daarnaast heeft het gebruik van hout een positief effect op je gezondheid, prestaties en je gemoedstoestand.

Hout in je omgeving werkt stressverminderend. Mensen ontspannen eerder als ze zich bevinden bij elementen uit de natuur. Meerdere onderzoeken hebben gekeken naar de leeromgeving bij bijvoorbeeld universiteiten of scholen en tonen aan dat leerlingen in een omgeving met planten en hout minder stress ervaren. Een studie laat zien dat scholieren in een houten klaslokaal een lagere hartfrequentie hebben dan de controlegroep in een betonnen lokaal. Het hart wordt minder belast. Een houten omgeving heeft ook positieve psychologische effecten. De sociale contacten tussen leraren en leerlingen verliep rustiger, ze hadden een beter humeur, een lagere bloeddruk en minder stress.

Daarnaast laten onderzoeken zien dat hout een positief effect heeft op het herstel in verzorgings- en ziekenhuizen. De patiënten hebben minder stress, voelen zich veiliger en herstellen sneller. Door deze onderzoeken proberen ziekenhuizen meer natuurlijke elementen in hun gebouw te integreren waaronder hout.

Geluidsisolatie

Houten gebouwen presteren anders dan betonnen gebouwen. Allereerst is de geluidsisolatie van een houten wand minder sterk dan de geluidsisolatie van een betonnen wand met dezelfde dikte. Dit komt doordat hout een lagere dichtheid heeft en daarmee ook lichter is, wat in veel situaties voordelig is. Wel is het voor de architect dus belangrijk bij het ontwerpen van een houten woning rekening te houden met de isolatiewaarden van hout. Hiervoor zijn oplossingen te verzinnen. Houten woningen voldoen aan de wet- en regelgeving omtrent geluidsisolatie maar het is wel een extra aandachtspunt.

Temperatuur en vochtgehalte

Hout is een natuurlijk materiaal dat ademt. Als het hout onafgewerkt of in het zicht laat gaat het op een natuurlijke manier de vochtbalans in de woning reguleren. Hout absorbeert het overtollige vocht in de planken en laat het pas weer los als de vochtbalans te laag is - als het binnen te droog is. Dit zorgt voor een zelfregulerend binnenklimaat.

Hout heeft een lage thermische geleidbaarheid wat betekent dat hout veel minder snel dan beton en staal warmte in de massa opslaat. Praktisch betekent dit dat je gemakkelijk een balkon aan de woning kan toevoegen zonder een thermische scheiding tussen de balkon en de woning hoeven te verplaatsen. Bij een betonnen balkon zou dit wel moeten want het beton zou de temperatuur van buiten naar binnen geleiden wat de binnentemperatuur zou verstoren. Vergelijk een houten pollepel met een beetje van staal. Die van staal geleidt de warmte van de pan supersnel naar het handvat waar-

door het handvat altijd wordt afgewerkt met plastic of rubber om je hand niet te verbranden. Hout geleidt de hitte van de pan nagenoeg niet naar het handvat waardoor er ook geen extra materiaal aan hoeft worden toegevoegd.

De lage thermische geleidbaarheid betekent ook dat een houten woning minder energie gebruikt omdat de muren nagenoeg geen warmte opnemen. Beton neemt eerst wel warmte op voordat de binnentemperatuur warmer wordt. In de winter warmt het huis snel op en in de zomer blijft het relatief koel. Daarnaast verandert de temperatuur van een houten woning minder snel door een verandering van de buitentemperatuur. Hout heeft een 'phase shift delay' wat inhoudt dat een houten woning minder snel opwarmt en afkoelt als de buitentemperatuur verandert. In een houten woning zit een natuurlijke vertraging in de wisselwerking tussen de buiten- en binnentemperatuur. De dag- en nachttemperatuur lopen soepeler in elkaar over.

Energieprestatie

CLT panelen zijn vanaf drie dagen luchtdicht. De panelen van CLT zijn vrij groot en een paneel bedekt meestal de gehele overspanning waardoor er weinig naden en randen moeten worden afgewerkt met luchtdichte tape. Dan bestaat er geen luchtstroom meer tussen de binnen en buitenkant van de woningen behalve op de plekken waar dat voor is bedoeld zoals een ventilatieschacht of een raam. Door de luchtdichtheid is een gebouw van CLT energiezuinig en scoort het goed op de wettelijke verplichte EPC berekening (Energie Prestatie Coëfficiënt).

Vibratie en trillingen

De voordelen van het lichte gewicht in combinatie met de sterkte van hout zijn al genoemd, maar een nadeel is dat hout panelen zoals CLT eerder vatbaar zijn voor trillingen. Dit is met name een probleem tussen appartementen waar het geluid van het neerkomen van de hiel bij het lopen door trilt naar beneden. Vibratie overlast wordt vaak tegengegaan door massa toe te voegen. Dit kan je doen door bijvoorbeeld een laag composiet tussen het plafond en de vloer aan te brengen. HAUT maakt bijvoorbeeld gebruik van deze techniek. Ook kan je een vrije ruimte open laten tussen het CLT plafond en de CLT muur.

Een voordeel hiervan is dat hout goed trillingen kan opvangen. In combinatie met de sterkte van hout maakt dat het goed bestendig is tegen aardbevingen. Vandaar dat CLT een populair product aan het worden is in Japan.

Bronnen

Hout & Gezondheid:

ARUP (2019). Rethinking Timber Buildings. Seven perspectives on the use of timber in building design and construction.

De Groot, H. (2020). Meer hout, meer gezondheid. Welkom in de nieuwe houten eeuw, Centrum Hout.

Farrow, T. (2020). Why do we feel better with wood? Wood shows psychological and physiological benefits, according to research. Commercial Architecture.

Joanneum Institute (2012). Stone Pine. Positive health effects of Stone Pine furniture.

Grote, V. et al. (2011). Gesundheitliche Auswirkungen einer Massivholzausstattung in der Hauptschule Haus im Ennstal. Joanneum Institute, Joanneum Institute.

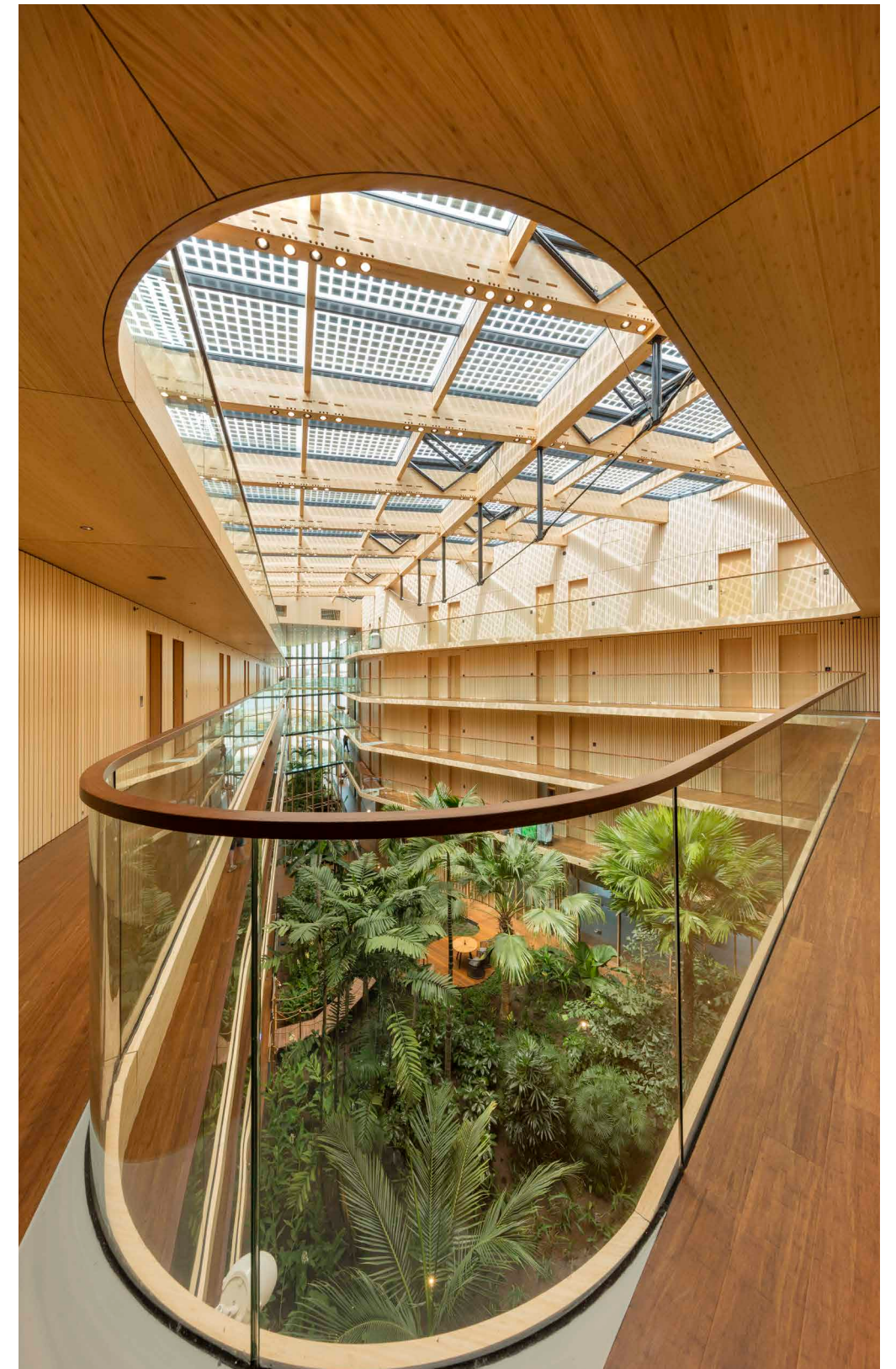
Rice, J. et al (2006). Appearance wood products and psychological well-being, Wood and Fiber Science 38:4.

Sakuragawa, S. et al. (2005). Influence of wood wall panels on physiological and psychological responses, The Japan Wood Research Society.

Overig:

Laminated Timber Solutions (2019). Ontwerpen met CLT. Technische handleiding 2019.

Waugh Thistleton Architects (2018). 100 Projects UK CLT.



Afbeelding

Interieur Hotel Jakarta

Bron: DERIX-groep

Keten onderdeel 5: Demontage en hergebruik

Op een gegeven moment komt de levensduur van een gebouw tot zijn einde. Het gebouw wordt gesloopt en hopelijk worden de materialen opnieuw gebruikt in de bouw of daarbuiten. Wanneer een houten gebouw de einddatum heeft bereikt kan het hout goed worden hergebruikt. Een woning van CLT is makkelijk in elkaar te zetten omdat de panelen op de bouwplaats slechts aan elkaar vast gemaakt hoeven te worden met schroeven en verbindingen. Het is een kwestie van losschroeven en demonteren en je hebt weer kwaliteitshout dat kan worden hergebruikt voor de bouw of als meubilair. Het hout komt hiermee in een nieuwe levenscyclus terecht. Daarmee is houtbouw het materiaal om de mate van circulariteit in de bouw te vergroten.

De toekomst van gebiedsontwikkeling: circulair

Klimaatverandering heeft duidelijk gemaakt dat we moeten nadenken over wat er met onze materialen gebeurt na de eerste gebruiksfase. De voorraad van materialen is niet eindeloos, voor een gezonde planeet moet de mens minder afval produceren, de lucht minder vervuilen en meer materialen hergebruiken. Vandaar dat bij gebiedsontwikkeling wordt ingezet op duurzaamheid en circulariteit, waarbij het streven is om alle componenten van een gebied te hergebruiken en een tweede leven te geven, om zo zuinig met materialen om te gaan en de planeet gezond te houden. Een groot vraagstuk is hoe we gebouwen zo ontwerpen dat de materialen na de eerste levensduur kunnen worden hergebruikt zodat we de gebouwen niet hoeven te slopen en te reduceren tot afval.

Een gebouw van beton en staal is moeilijk uit elkaar te halen, hergebruik van deze materialen is niet eenvoudig en kostbaar. Daarom wordt er vaak gekozen om het gehele gebouw te slopen. Er wordt hard gewerkt om in de traditionele bouwsector een hoge mate van circulariteit toe te passen maar er is nog een lange weg te gaan. Als je al het afval in de bouw opnieuw zou toepassen zou je alsnog 60% nieuwe materialen moeten toevoegen. Teveel materialen zijn in de bouw nu nog onbruikbaar om te hergebruiken.

Houtbouw biedt hier een antwoord op. Hout is veel bewerkelijker dan beton waardoor het materiaal makkelijker kan worden aangepast aan het nieuwe gebruiksdoel. Een massief houten gebouw kan snel en gemakkelijk in elkaar worden gezet en net zo gemakkelijk weer uit elkaar worden gehaald zonder het materiaal te beschadigen. De panelen kunnen na het uit elkaar halen worden gebruikt voor de casco van een nieuw huis, waardoor het hout een tweede leven krijgt. Daarnaast maakt de hoge mate bewerkelijkheid dat de hout panelen prima zijn te bewerken tot bijvoorbeeld een houten tafel of een houten trap.

Dit maakt massief houten gebouwen ook geschikt voor tijdelijk woningen om aan een tijdelijke woningvraag te voldoen. Hiermee lever je volwaardige woningbouw met een tijdelijke vergunning in de bestemmingsplan. Na de periode kan de massief houten woning uit elkaar worden gehaald of als module worden vervoerd naar een nieuwe locatie. Een massief houten woning kan daarmee meebewegen met de flexibiliteit waar de markt om vraagt. Dit soort woningen schipperen juridisch tussen roerend en onroerend vastgoed.

Bij een betonnen gebouw wordt ook gekeken hoe je het demontabel kan maken zodat de materialen beter kunnen worden hergebruikt. Het blijkt echter dat je 20% extra materialen moet gebruiken om een betonnen gebouwen demontabel te maken. Daarnaast zorgt de geringe mate van flexibiliteit van het materiaal dat het moeilijker is om voor andere doeleinden te hergebruiken. Houtbouw zorgt door zijn grote mate van flexibiliteit gecombineerd met het van nature demontabele karakter dat het goed aansluit bij een duurzame, circulaire gebiedsontwikkeling.

Het cascaderen van hout

Hout is één van de weinige bouwmaterialen dat beschikt over een onuitputtelijk grondstofbron. Mits je bomen blijft planten, groeit er altijd vanzelf nieuw hout bij. Daarnaast nemen de bomen gedurende de groeifase CO₂ uit de lucht en slaat het op in de stam. Als je met hout bouwt bouw je in zekere zin met kluizen van CO₂ opslag die pas de CO₂ weer de atmosfeer in laten als het materiaal wordt

verbrand. Om de CO₂ zo lang mogelijk uit de lucht te houden is het belangrijk om het hout zo lang mogelijk niet te verbranden door het telkens weer een nieuwe levensfase te geven. Dit gaat door de tijd heen van hoogwaardiger naar laagwaardiger toepassingen en wordt cascaderen genoemd.

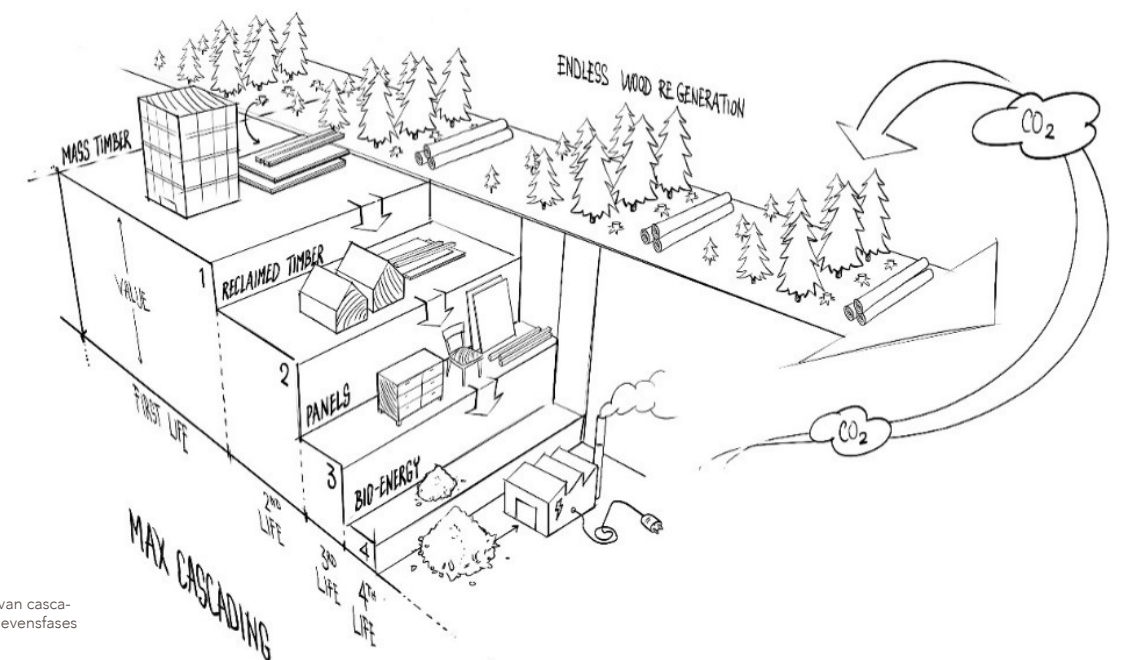
Om hout zo goed mogelijk te cascaderen is het belangrijk om het hout aan het begin zo hoogwaardig mogelijk toe te passen zodat het de langst mogelijke levensduur krijgt. De levenscyclus van hout is het langst als het eerst wordt gebruikt als onderdeel van een gebouw. Als de levensduur van het gebouw tot zijn einde komt, kan het hout worden ingezet als kozijn of trap. Daarna kan het resthout worden verwerkt tot tafel, palet, fineerplaat, spaanplaat, isolatieplaat en tot slot worden verbrand tot energie. Daarmee kan hout meerdere levensfasen krijgen en wordt de CO₂ zo lang mogelijk uit de atmosfeer onttrokken. In de tussentijd kunnen nieuwe bomen groeien die weer nieuwe CO₂ uit de lucht halen en daarna klaar zijn om gekapt te worden waarna de cyclus weer van voor af aan begint.

Bronnen

Cobouw (2020). De betonschaamte voorbij.

ARUP (2019). Rethinking Timber Buildings. Seven perspectives on the use of timber in building design and construction.

Waugh Thistleton Architects (2018). 100 Projects UK CLT.



Afbeelding

Maximale mate van cascadering met vier levensfasen

Bron:

P. van der Lugt & Harsta, A. (2020). Tomorrow's Timber. Material District, Amsterdam





UITDAGINGEN



Voorgaande hoofdstukken hebben laten zien dat het bouwproces met hout anders in elkaar steekt dan bij de traditionele bouw. Door alle lagen van de sector moeten partijen werken met andere maatvoering, specificaties, ontwerpprincipes en logistieke aanpassingen, certificeringen, inrichting van processen. Dit vraagt om leer- en aanpassingsvermogen van stakeholders om houtbouw van de grond te krijgen en daarmee de bouw te verduurzamen.

5_UITDAGINGEN

Uitdagingen voor de houtbouwsector



Het ontwerpproces van een houten gebouw vereist aan de voorkant meer aandacht en onderzoek en duurt daarom langer. Het bouwproces is sneller waardoor die verloren tijd weer wordt ingehaald. Voor ons als gemeente is het verstandig om in je achterhoofd te houden dat houtbouw zorgt voor een andere planning wat wellicht andere contractuele afspraken met de ontwikkelaar vereist. Uit praktijkervaringen en vervolgonderzoek moeten we de obstakels waar de gemeente een rol in speelt boven water zien te krijgen.

Daarnaast maakt houtbouw het mogelijk om zonder al te veel overlast te veroorzaken om binnenstedelijk te verdichten. Locaties die hiervoor niet in aanmerking kwamen zijn wellicht nu wel geschikt om te verdichten door middel van het optoppen van gebouwen. Ook bij gebouwen die voorheen een te zwak fundament hadden om op te toppen wordt het nu door houtbouw mogelijk om etages toe te voegen. Ook locaties die te moeilijk bereikbaar waren voor het aanleveren van materialen of die teveel overlast voor de buurt veroorzaakten zijn nu geschikt om in hout ontwikkeld te worden.

Experts die we hebben gesproken geven ook aan dat we als gemeente niet perse hoeven te streven naar het bouwen van geheel houten gebouwen. Tot 40 meter is het technisch goed mogelijk om volledig in hout te bouwen, maar daarboven wordt een hybride constructie aangeraden. Per locatie is maatwerk vereist om te kijken uit welke materialen het gebouw zou moeten bestaan om duurzaamheids- en (schaduw)kostentechnisch het beste gebouw te ontwerpen. Een goed gebouw bestaat uit een mengvorm van materialen die in de juiste samenhang voor een goed geheel zorgen en voldoen aan de wettelijk gestelde eisen zoals de MPG en BENG. We moeten de andere materialen zoals beton en staal ook helemaal niet afschrijven. Het zijn geweldige materialen die uitzonderlijke kwaliteiten hebben die we in de bouwwereld goed kunnen gebruiken. Wel is het zo dat ze te milieubelastend zijn. Nu bestaat ongeveer 3% van de Nederlandse woningbouw uit hout. Als je de vierkante meters bouwaandeel bekijkt waar bijvoorbeeld de gevelafwerking, binnenspouwbladen en daken in mee wordt genomen ligt het aandeel hout op 15% (Nibe 2019). Het is verstandig om het aandeel beton en staal in de stad terug te dringen en het aandeel hout te vergroten. Hybride constructies waar wordt gewerkt met een betonnen kern en houten vloeren en wanden stoten al veel minder CO2 uit dan bij een volledig betonnen variant. Het aandeel hout in de stad vergroten zou al een enorme klimaatwinst opleveren en een deur openen naar de gezonde stad van morgen.

Uit ons onderzoek komen een aantal misvattingen, uitdagingen en beperkingen naar voren die houtbouw tot nu toe tegenhouden om grootschalig voeten aan de grond te krijgen. Hieronder een overzicht.

Onderontwikkelde keten

Het overkoepelende probleem is dat de houtbouwketen onderontwikkeld is. Het is een nieuwe markt waar productieprocessen nog niet geoptimaliseerd zijn, aannemers die nog niet over specifieke houtbouw kennis beschikken, niet weten waar ze het best kunnen inkopen en tegen welke prijs. Als de vraag naar houtbouw toeneemt gaat de keten zich optimaliseren en zullen stakeholders zich hierin gaan verdiepen.

De Nederlandse productieketen voor houtbouw is nagenoeg nog niet van de grond gekomen. Ongeveer 2% van ons hout dat in de bouw gebruikt wordt is in Nederland geoogst. Dit percentage kan worden verhoogd door het aanplanten van nieuw bos en het verhogen van de oogst. De komende jaren zal uitwijzen of de Nederlandse houtsector zich volwaardig kan ontwikkelen tot een stabiele productielijn. Toch is Nederland voornamelijk op het buitenland aangewezen voor wat betreft houtgebruik. Europees is er voorlopig genoeg hout om verwerkt te worden tot massief hout producten en producenten zijn klaar om de groeiende vraag op te vangen. We zien echter nog wel dat veel partijen nog niet goed genoeg weten waar ze hun hout uit het buitenland vandaan kunnen halen.

Kosten

Te weinig kennis en ervaring met het bouwen met hout leidt tot hogere kosten. Het merendeel van de aannemers weten nog niet efficiënt in te kopen en efficiënt te bouwen. Dit zie je terug in de kostprijs per kubieke meter. Hoe moeilijker het project hoe hoger de kosten. Standaard woningbouwprojecten worden doorgaans 5% duurder geschat wat kan oplopen tot 20% bij complexe architectonische ontwerpen. De grootste uitdaging voor de sector is om houtbouw prijsconcurrerend maken met de gestroomlijnde industrieën van beton en staal. De hogere kosten zijn nu nog vaak een struikelblok om voor een massief houten gebouw te kiezen. Houtbouw hoeft niet duurder te zijn, UCA architects gaf aan dat ze zelfs goedkoper zouden kunnen bouwen met hout mits je kostenefficiënt bouwt en ontwerpt. Dit vereist brede kennis en ervaring die de bouwpartijen in Nederland nu nog niet hebben.

Kennisgat

Essentieel om de kosten naar beneden te krijgen is het bestrijden van het kennisgat over houtbouw in de sector. Er is behoefte aan onafhankelijk informatie over het ontwerpen, inkopen en bouwen met massief hout producten. De bouwwereld is al vrij conservatief met het toepassen van nieuwe innovaties en de beperkte kennis over houtbouw helpt de bouwbedrijven niet om dit grootschalig te omarmen. We horen wel geluiden dat alle grote aannemers en bouwbedrijven houtbouw op de radar hebben staan en dat ze ook daadwerkelijk onderzoek doen naar de mogelijkheden van houtbouw. Maar de aandacht en (tijds-)investeringen zijn nog marginaal vergeleken met die van de traditionele woningbouw. We zien vooral startups investeren in massief houten woningbouwconcepten. Het signaleert ook het probleem van de sector. Er is geen onafhankelijk, leidinggevend orgaan dat de informatievoorziening verzorgt, waardoor alle partijen los van elkaar onderzoek doen naar de mogelijkheden van houtbouw. Zo ook wij. Het kennisniveau is in Nederland nog beperkt en versnipperd onder verschillende partijen.

TNO ziet dit ook als de grootste uitdaging voor de sector en is bezig om een onafhankelijk kennisagenda op te richten. Ze werken hiervoor samen met de technische scholen in Nederland om weer kennis te gaan ontwikkelen om dat vervolgens te delen met overheden, marktpartijen en andere kennisinstellingen. Zij zien ook een grote rol voor de overheid en gemeenten weggelegd om de bouwsector in de juiste richting te sturen en duurzame innovaties aan te sturen. De bouw heeft een zet in de juiste richting nodig.

Bomenkap

In de publieke opinie heerst er een sentiment tegen bomenkap en daarmee indirect tegen het bouwen met hout. Bomen zijn voor veel mensen heel belangrijk als recreatiefunctie maar worden ook als essentieel gezien voor een gezonde, groene toekomst. Het kappen van bomen stuit dan

ook op veel verzet omdat het gevoel wordt opgewekt dat de bossen aan het verminderen zijn en de biodiversiteit verloren zal gaan. Dit is echter niet het geval omdat in Nederland bijna uitsluitend met duurzaam geproduceerd hout gewerkt wordt wat betekent dat er voor elke boom dat gekapt wordt er minimaal een terug wordt geplant. Daarnaast staat goed bosbeheer ook voor aandacht aan de biodiversiteit. Juist het kapen van bomen kan hier bevorderend voor werken. Het negatieve sentiment tegen bomenkap kan een obstakel vormen voor het bouwen met hout.

Brandveiligheid

Naast het kappen van bomen is de brandveiligheid van een houten gebouw voor veel mensen een zorg. Het eerste wat mensen vragen is hoe het nou zit met de brandveiligheid van een houten gebouw. Met massief houten producten is de brandveiligheid gegarandeerd, maar veel mensen weten dit nog niet. Een van de belangrijkste kwaliteiten van massief houtproducten en met name CLT is dat het moeilijk brandbaar is.

Mensen associëren hout als een brandstof voor een kampvuur. Daarnaast hebben de meeste mensen een angst voor brand. Deze angst gaat eeuwenlang terug. Bijna elke stad heeft vroeger te maken gehad met stadsbranden die delen van de stad hebben verwoest. Stadsbranden zijn kenmerkend voor de premoderne stad, de komst van beton en staal begin vorige eeuw hebben het aanzicht van de stad sterk veranderd en een modern gezicht gegeven.

Recentelijk is de westerse wereld weer herinnerd aan hoe verschrikkelijk een stadsbrand kan zijn. De brand van Grenfell Tower (waar geen hout in verwerkt zat overigens), in 2018 in London heeft de angst voor brand weer op de voorgrond geplaatst. Brandveiligheid is een van de belangrijkste eisen voor een gebouw, dus hoe presteert een massief houten gebouw als er brand uitbreekt?

Hoe groter het blok hout hoe moeilijker het aan te steken is. Het is onmogelijk om met een lucifer een blok hout aan te steken. Een massief houten gebouw zal alleen vlam vatten als de vuurbron groot en sterk genoeg is. De reeds genoemde massief hout producten komen niet op de markt als het niet brandveilig zou zijn. In Nederland is immers strenge wet- en regelgeving die de veiligheid van gebouwen waarborgt. Meerdere onderzoeken en tests zijn er uitgevoerd hoe een huis van CLT zou functioneren bij brand.

Daaruit kwamen de volgende resultaten:

Hout verkoold nadat het in de fik staat en die koollaag beschermd het kernhout. Dat is precies ook hoe bossen zich beschermen tegen het doorzetten van brand. Doordat CLT bestaat uit verschillende kruislings verlijmden lagen verkoolt alleen de buitenste laag en blijft de rest van het paneel intact en in goede, sterke staat. Als de externe vuurbron stopt met branden zal uiteindelijk het hout verkolen en dooft het vuur vanzelf, de rest van het hout blijft intact. CLT presteert goed bij brand.

Ten tweede brandt hout heel constant waardoor het precies te berekenen is hoe snel de brand door het gebouw verspreidt. Dit is een voordeel omdat dit essentiële informatie is voor de brandweer. In gebouwen van beton en staal loopt de brandweer een extra risico omdat er een grote mate van onzekerheid is over wanneer staal in het gebouw het begeeft.

Tot slot wordt er in massief houten gebouwen vaak een sprinklersysteem toegepast. In sommige landen is het door de wet- en regelgeving verplicht om in een gebouw van hout een sprinklersysteem te integreren. In Nederland is dit niet een vereiste. Wel hebben de architecten van HAUT in het Amstelkwartier gekozen om een sprinklersysteem in HAUT te installeren. Dit omdat de Nederlandse bouwregelgeving voor brand nog niet goed aansluit op hoogbouw in massief hout. Nu moeten alle berekeningen voor een gebouw nog zelf gemaakt worden, maatwerk is nog nodig. Voor HAUT zijn er ook testen uitgevoerd met de brandweer om de oplossingen te testen en goed te keuren. Naast sprinklersystemen worden bijvoorbeeld brandschermen zoals gipsplaten in het ontwerp opgenomen om het gebouw extra tegen brand te beschermen.

Aandachtspunten voor de architect - algemeen

Bouwen in hout vergt kennis van het materiaal. De detaillering en constructie zitten anders in elkaar

dan een betonnen gebouw. Een houten gebouw ontwerp je dan ook anders dan een betonnen gebouw. De architect moet rekening houden met de specifieke kwaliteiten van het materiaal. Vanuit de bouwkunde opleiding worden standaarden aangeleerd die zijn gebaseerd op betonbouw. Het vereist een verandering van denken om vanuit de specificaties van hout een gebouw te ontwerpen.

Hout heeft een lagere massa dan beton met een vergelijkbare sterkte voor overspanningen (bij CLT). Dit heeft invloed op allerlei aspecten van het gebouw. Zoals eerder genoemd moet er extra aandacht zijn om de woningen akoestisch goed te isoleren. Maar de lagere massa heeft ook invloed op de hoogte van het gebouw. Als je met hout echt de hoogte in wilt moet je zorgen dat het gebouw stijf blijft zodat het weerbaar is tegen zware windstoten, door de lagere massa is dit moeilijker. Vandaar dat bij een gebouw van boven de 50 meter bijna altijd een combinatie van materialen wordt gebruikt. Deze grens is wel naar boven aan het oprekken door nieuwe kennis en innovaties.

Een ander aandachtspunt is de brandwerendheid. CLT is van nature goed brandwerend. Maar waar bijvoorbeeld houtbouwers tegenaan lopen is dat de wet- en regelgeving omtrent brandveiligheid niet goed aansluit op een gebouw van massief hout. Dan moet worden teruggegrepen op de beginselen die aan de basis stonden van de wet en moeten er nieuwe berekeningen en tests worden uitgevoerd om te laten zien dat het gebouw voldoet aan de brandveiligheidseisen. Bewijslast bij omgevingsvergunning ten aanzien van brandveiligheid is daardoor bij een houten gebouw nu nog hoger. Omdat certificeringen simpelweg nog niet bekend zijn bij de vergunningverlenende instantie.

De grootste uitdaging voor de architect is om een gebouw te ontwerpen dat qua kosten kan concurreren met een beton/staal equivalent. Prestigeprojecten zoals hotel Jakarta of HAUT zullen altijd duurder zijn (+/- 20%) maar dat is in dit segment niet een groot probleem. Wil je hout concurrerend maken voor kantoor- en woningbouw dan moet de kostprijs van het gebouw hetzelfde of goedkoper zijn. Dit is mogelijk. Maar dan moet er in het ontwerp wel slim met materialen worden omgegaan.

Akoustiek

Een belangrijk aandachtspunt voor de architect is geluid en het voldoen aan de geluidsisolatiënormen. Hout is licht en heeft minder massa waardoor het minder goed geluid isoleert dan beton. Het is de taak van de architect om hier oplossingen voor te vinden. Een oplossing zou zijn om een extra CLT paneel tussen de woningen te plaatsen met wat ruimte tussen de panelen om wel die massa te creëren en daarmee de woning van geluid te isoleren. Dit is echter een dure oplossing doordat je meer CLT gebruikt. Je kan beter kijken naar een combinatie van andere materialen om de gewenste geluidsisolatie te verkrijgen en de kosten laag te houden. Bij wanden kan dit gedaan worden door isolatiemateriaal toe te voegen zoals gips, steenwol of glaswol. Ook biobased alternatieven zoals vlas, kalkhennep of houtvezels zijn goede opties. Dit vereist materiaalkennis, standaardoplossingen passend binnen de Nederlandse wet- en regelgeving, daar ontbreekt het nu nog aan.

Ten aanzien van contactgeluid tussen de vloer en het plafond is dit wat lastiger. De aansluitdetails zijn hier cruciaal, bijvoorbeeld dat alle dragende en woningscheidende wanden op alle verdiepingen op dezelfde plaats boven elkaar zijn gesitueerd. Het helpt als de constructie zoveel mogelijk in één lijn naar beneden doorloopt.

Daarnaast is het vaak nodig om bij de vloeren extra gewicht toe te voegen met korrels of grind. Ook kan gekozen worden voor een laag composiet. Een geluidsschacht kan ook helpen maar is vaak een duurdere optie doordat je meer hout dan nodig gebruikt. Tot slot moet je rekening houden met het geluid van buiten naar binnen. Het is mogelijk om met hout te bouwen op locaties met veel geluidsoverlast zoals langs een snelweg, treinspoor of vluchtroute. Wel moet er dan goed gekeken worden hoe het gebouw beschermd wordt tegen het geluid van buiten door bijvoorbeeld een dove gevel in het ontwerp mee te nemen. Maar dat is bij een gebouw van beton niet anders.

Daarnaast vereist houtbouw kennis bij aannemers die weten waar ze hun producten en materialen vandaan moeten halen. Geen kennis bij aannemers leidt in de bouw tot hogere kosten. Urban Climate Architects hebben uitgerekend dat als ze zelf alle bouwmaterialen zouden inkopen bij de

leveranciers de vierkante meter prijs van het massief houten gebouw 20% lager zou zijn dan bij een betonnen gebouw. Een houten gebouw hoeft niet duurder te zijn, maar het vereist wel extra kennis bij aannemers en architecten om het niet duurder te laten worden.

Vocht

Een tweede aandachtspunt voor de architect is dat hout vatbaar is voor vocht. De draagconstructie van hout moet goed worden afgewerkt zodat het niet in aanraking komt met regen. Anders kan schimmel en houtrot ontstaan. Ook moet de aannemer extra opletten dat het hout op de bouwplaats niet langer dan 8-12 weken onafgewerkt wordt blootgesteld aan de weersomstandigheden. Dit vereist goede logistieke planning.

Aandachtspunten voor de stedenbouwkundige

In principe is houtbouw overal toe te passen. Wel geldt hoe complexer en lastiger de opgave hoe hoger de relatieve kosten uitvallen ten opzichte van beton en staal. De kennis hierover is nog vrij beperkt maar de eerste geluiden uit de sector zijn dat niet alle kavels geschikt zijn om kostenefficiënt met hout te bouwen. Zeker in het geval van een onderontwikkelde keten is het opdoen van kennis en ervaring de sleutel. Als stedenbouwkundige is het goed om in je achterhoofd te houden dat houtbouw momenteel nog het best concurreert bij kavels met een simpele geometrische vorm. Voor de rest gelden er dus eigenlijk geen restricties.

Voor de stedenbouwkundige is het ook goed om te weten dat houtbouw kostentechnisch het best rendeert van 5 tot 10-12 woonlagen. De ondergrens is nog arbitrair, dit verschilt namelijk per locatie - wat voor type grond er is op die locatie - wat de kosten voor de fundering bepaalt. Maar de bovengrens is wel voor alle locaties hetzelfde. Tot 10 woonlagen is ideaal omdat je dan vrij gemakkelijk de kern en de liftschachten van hout kan maken zonder andere materialen te hoeven gebruiken. Daarboven krijg je problemen met de stabiliteit, hout kan goed druk opnemen maar geen momentkrachten en trek. De windbelasting wordt boven de 10 woonlagen te groot waardoor je extra hout of andere materialen moet toevoegen voor stabiliteit waardoor de kosten stijgen.

De standaard dikte van een houten vloer is groter dan die van een betonnen vloer, dit heeft invloed op de verdiepingshoogte en de hoogte van het gebouw. Voor een woongebouw van 5 bouwlagen kan dat zomaar één meter schelen.

Houtbouwketen

Eén van de voordelen van houtbouw is de mogelijkheden met betrekking tot prefabricage. Onder gecontroleerde omstandigheden kunnen elementen of zelfs hele woningen volledig in de fabriek worden gebouwd. Dit heeft als resultaat dat de bouwsnelheden op de bouwplaats veel hoger liggen maar dat er meer tijd aan de voorkant van het proces zit. Vanaf het eerste moment werken in een vast bouwteam met een breed scala aan disciplines is cruciaal. Houtbouw vraagt dus om een andere ketensamenwerking en het afstappen van Business As Usual. In het proces dienen alle belangrijke actoren - ontwikkelaar, architect, duurzaamheidsexperts, installateurs, fabricanten, gemeente etc - hun processen hierop in te regelen.

Beperkte toetsing instrumenten

Als gemeentelijke opdrachtgever kunnen wij eisen stellen aan hoe een gebouw moet scoren op verschillende graadmeters zoals de EPC (dit wordt de BENG), MPG en de MKI. De Nederlandse overheid heeft een heel systeem opgetuigd om de milieuprestaties van de gebouwde omgeving in kaart te brengen zodat er overzicht en sturing mogelijk is. Zo worden de milieueisen waar de gebouwde omgeving aan moet voldoen de komende jaren steeds strenger. Toch is dit systeem nog niet perfect. Hout scoort bijvoorbeeld door verschillende redenen slechter op bijna alle toetsingsinstrumenten dan zou moeten. Om dat te snappen moeten we eerst kijken hoe dit systeem werkt.

De Nationale Milieu Database (NMD) verzamelt en beheert alle data over materialen die in de bouw gebruikt worden. Dit instituut is door de rijksoverheid opgericht om te dienen als kennisbank voor de hele sector. De aanvoer van data is overgelaten aan de markt. Doordat alle informatie voor iedereen beschikbaar is creëren ze een gelijk speelveld voor ontwerpers, toeleveranciers en



opdrachtgevers. Bij een ontwerp van een gebouw kan je van te voren alle materialen die je gaat gebruiken door laten rekenen met software programma's waar de NMD data aanlevert. Hier komt een duurzaamheidsscore uit zoals de MPG. Hierdoor kan je altijd op zoek gaan naar de beste en meest duurzame samenstelling van materialen voor het gebouw.

In de Nationale Milieu Database heb je drie categorieën data:

- Categorie 1: Nog niet aangeleverde data door de branche. Deze producten krijgen standaard een 30% milieuboete omdat de data over deze materialen nog niet is aangeleverd.
- Categorie 2: Algemeen geverifieerde data aangeleverd door de branche
- Categorie 3: Specifieke data van een product van een bepaald merk

De onderverdeling in categorieën stimuleert de branche om data over de materialen aan te leveren, immers het is nadelig voor de branche om dit niet te doen aangezien ze dan in categorie 1 terecht komen en de materialen in elke berekening een milieuboete krijgen waardoor ze slechter presteren en minder gebruikt zullen worden.

De data die de branches aanleveren van materialen zijn LCA's (Life Cycle Analyses). Dit is een universeel meetsysteem dat de impact van een product gedurende de gehele levenscyclus in kaart brengt, van wieg tot graf. Ten eerste wordt er gekeken naar de grondstoffen die worden gebruikt en hoeveel energie het kost om het materiaal te maken en gedurende de gehele levenscyclus te gebruiken (Life Cycle Inventory - LCI). Vervolgens wordt er berekend hoeveel impact dit materiaal heeft op het milieu (Life Cycle Impact Assessment - LCIA). Hierbij wordt onder andere gekeken naar de GWP (Global Warming Potential) van het materiaal, dit kijkt naar de gebruikte broeikasgassen van het materiaal en de impact hiervan op de planeet. Door deze gegevens te standaardiseren kan de milieu impact van materialen met elkaar worden vergeleken.

Het landelijke sturingsinstrument: de MPG

Het toetsingsinstrument dat een totaaloverzicht geeft van de milieu impact van alle materialen tezamen is de MPG (Milieuprestatie Gebouwen). De MPG is door de Nederlandse Rijksoverheid in het leven geroepen om de schaduwkosten van een gebouw in kaart te brengen. Het berekenen van de MPG voor een nieuwbouwwoningen en kantoren is wettelijk verplicht. Om een MPG te berekenen moet elk materiaal in een ontwerp worden geïdentificeerd en moet worden bepaald hoeveel er van wordt toegepast. De score wordt uitgedrukt in de schaduwkosten per m2/jaar. Wettelijk moet een gebouw sinds 2018 voldoen aan een MPG onder de 1,-/m2. Amsterdam heeft de ambitie dit per 1

Januari 2021 te verlagen naar 0.8 en naar 0.5 in 2030. Hierdoor worden architecten en aannemers gestimuleerd om met meer duurzame materialen te werken.

Internationaal bestaat het private keurmerk BREEAM om het duurzaamheidsgehalte van een gebouw te berekenen. Hier wordt verder gekeken dan alleen materiaalgebruik, de gehele impact van het gebouw wordt onder de loep genomen zoals het management, gezondheid van de omgeving, energiebalans, transport, water, afval, landgebruik, de ecologie en vervuiling. In Internationale context kunnen gebouwen met elkaar vergeleken worden. HAUT aan de Amstel heeft de hoogste duurzaamheidsscore gekregen en de internationale BREEAM award 2018 gewonnen.

Een aantal factoren zorgen ervoor dat hout niet zo goed op deze toetsingsinstrumenten zou scoren dan verwacht waardoor hout als even duurzaam uit de berekening komt als beton en staal, terwijl hout CO2 opslaat en veel minder CO2 in de productie uitstoot. Dit heeft een aantal redenen.

Ten eerste zijn de LCA's van de massief houtproducten nog niet aangeleverd bij de NMD. Het gevolg hiervan is dat massief hout producten categorie 1 data zijn waardoor ze standaard in de berekeningen 30% minder goed scoren door de opgelegde milieubelasting, als een boete. Een verklaring hiervoor is dat er in Nederland geen massief hout producenten zijn en dat buitenlandse producenten nog niet de investeringen hebben genomen om de data aan te leveren voor de Nederlandse markt. Daarnaast bestaat de Nederlandse houtbranche uit vele kleine familie bedrijfjes die een minder sterke lobby hebben dan de beton en staalindustrie die over een enorm vermogen bezitten. Experts die we hebben gesproken benadrukken wel dat de houtindustrie bezig is met het aanleveren van de LCA's voor de NMD en dat we dit zeker in 2021 kunnen verwachten. Duits producent DERIX heeft de eerste LCA's voor hun CLT product (X-lam) reeds aangeleverd.

Omdat de LCA de milieu impact meet van de wieg tot het graf wordt er een korting toegekend aan producten die achteraf goed te recycleren zijn. Hiermee worden materialen die goed zijn te hergebruiken beloond, een levensduur van 75 jaar wordt aangehouden. Staal profiteert hier enorm van. NIBE heeft een vergelijking gemaakt van een ligger van staal, gewapend beton en gelamineerd hout. Staal stoot tijdens de productie twee keer zoveel CO2 uit dan beton en 2.3 keer zoveel als hout. Maar doordat staal een korting van bijna 50% krijgt lijkt staal net zo duurzaam te scoren als hout. Ook wordt hout in de berekeningen afgeschreven in 50 jaar waardoor het geen korting krijgt. In de methodiek gaan ze er bij hout vanuit dat na einde levensduur van 50 jaar het materiaal verbrand wordt. Terwijl massief hout producten in huizen langer dan 100 jaar meegaan en daarna nog via de ladder van cascadering hoogwaardig ingezet kunnen worden. Circulair gebruik van hout wordt door de NMD dus (nog) niet gewaardeerd. Voorheen was het voor de ontwikkelaar niet mogelijk om de tussenstappen in de berekening te zien en werd er alleen gekeken naar het eindresultaat. Daardoor leek de productie van staal weinig CO2 uit te stoten terwijl staal in werkelijkheid een fictieve korting kreeg.

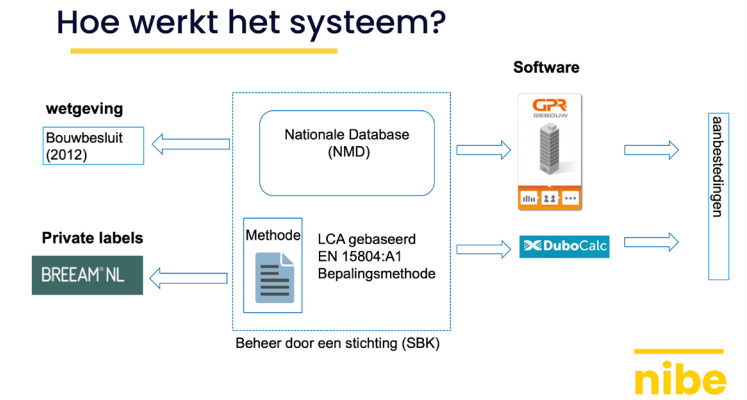
Een andere reden waarom hout slechter in de berekeningen scoort dan verwacht is doordat in de berekeningen de opgeslagen CO2 niet wordt meegenomen. Nederland is het enige land in Europa dat opgeslagen CO2 niet in de berekeningen meeneemt. Zou de opgeslagen CO2 wel worden meegenomen dan zou je een heel ander beeld krijgen. Dit gecombineerd met het hernieuwbare karakter van hout (en cascadering) maakt hout vele malen duurzamer dan de beton en staal maar dat is nog niet terug te zien in de berekeningen die aan de basis staan van de materiaalkeuze voor alle bouwontwikkelaars in Nederland. Momenteel is er beweging in de bouwsector die pleit voor een andere methodiek waarin materialen op een eerlijker manier tegen elkaar worden afgewogen. Om hier aandacht voor te vragen is een manifest opgesteld welke is ondertekend door meer dan 230 partijen waaronder de grote aannemers, ontwikkelaars en ingenieursbureaus (<https://vorm.nl/nieuws/manifest-een-eerlijk-speelveld-voor-een-duurzamer-nederland>).

Voordat hout goed scoort op de MPG berekeningen zijn er dus nog wel obstakels te overwinnen. De Nationale Milieu Database is in ontwikkeling en verbetert de rekenmethodiek regelmatig met updates. Ten eerste moet de houtbranche ervoor zorgen dat de LCA's van verschillende houtproducten worden aangeleverd aan de NMD zodat hout niet die milieuboete van 30% krijgt. De in-

dustrie is hier mee bezig en marktpartijen vertellen ons dat we binnenkort kunnen verwachten dat dit geregeld wordt. Ten tweede laat de rekenmethodiek van de NMD niet de opgeslagen CO2 van het hout in de berekeningen zien en krijgt bijvoorbeeld staal een grote bonus doordat het goed te recycleren. Het is goed om dit in je achterhoofd te houden als je gebouwen (van hout) beoordeeld op duurzaamheids toetsen zoals de MPG. De MPG is nog in ontwikkeling, er wordt bijvoorbeeld door het Rijk nagedacht om circulariteit of in de berekeningen mee te nemen of er een aparte toets van te maken. Nu zit een versie van circulariteit erin door de fictieve korting die een product krijgt als het goed te recycleren is na 75 jaar. Weet dat de MPG een belangrijke instrument is om gebouwen te verduurzamen maar dat echt duurzame materialen zoals hout nog niet goed op deze toets scoren.

Bronnen

Nibe. Experts in sustainability (2019). Potentie van biobased materialen in de bouw. Een onderzoek naar de mogelijkheden en impact.
Waugh Thistleton Architects (2018). 100 Projects UK CLT.
Brand tests in een gebouw van CLT:
https://www.youtube.com/watch?v=AN1bzi_z57M
<https://www.youtube.com/watch?v=HuVTComRGd0>
Webinar over het ontstaan van HAUT aan de Amstel
<https://www.youtube.com/watch?v=FUEBilTtHHo>



Materiaal	Productie (A1-A3)	Einde levensduur (C2-D)	Totaal (A1-A3, C2-D)	Opgeslagen (biogeen) CO ₂
	kg CO ₂ eq.	kg CO ₂ eq.	kg CO ₂ eq.	kg CO ₂ bio
Staal	817	-461	356	
Gewapend beton	445	13	458	
Gelamineerd hout	343	-6	338	968 ¹





CONCLUSIE

6

In deze verkenning hebben we een poging gewaagd om alle laatste kennis en inzichten uit de sector te verweven tot één verhaal. Houtbouw heeft door de tegenlicht aflevering een boost aan publiciteit gekregen waardoor iedereen in de sector onderzoek is gedaan met allemaal dezelfde vraag in het achterhoofd: is dit het bouw materiaal van de toekomst? En zo ja, hoe werkt het bouwen met hout en waar moeten we rekening mee houden?

6_CONCLUSIE



De mogelijkheden met houtbouw zijn groot. Recente ontwikkelingen in de bouwsector maken mogelijk dat hout technisch weer kan wedijveren met de huidige traditionele bouwmaterialen staal en beton. Dat is mooi want hout wordt gewaardeerd om zijn duurzame karakter en dus gezien als een schoner en verantwoord alternatief voor materialen als staal en beton. Het klimaat vraagt om aanpassingen in de maatschappij. Ook van een bouwsector die als klimaatintensief en behoudend te boek staat. Vanuit maatschappij en politiek neemt de druk voor verandering toe en die beweging is dan ook gaande. Hout wordt door een groeiende groep ontdekt en gezien als de heilige graal, als materiaal van de toekomst, vanwege zijn unieke set aan eigenschappen en prestaties op meerdere niveaus van plaats en tijd. Hout is hernieuwbaar, het onttrekt koolstof uit de lucht en slaat het op, is licht en sterk, veelzijdig en flexibel, het wordt zeer gewaardeerd om de esthetische en performatieve thermische kwaliteiten en is een belangrijk onderdeel van landschap en ecologie. Het wordt omarmd vanwege zijn toegedichte eigenschappen en nieuwe technische mogelijkheden.

Kortom inzetten op meer houtbouw biedt de kans om vraagstukken op het gebied van klimaat, ecologie, circulariteit, stedelijke ontwikkeling, architectuur en wonen aan te pakken. Hout lijkt een troef om te voorzien in stedelijke, natuurlijke en maatschappelijke landschappen die economisch, ecologisch en cultureel waardevol zijn. Als een schakel dat afzonderlijke vraagstukken, vanuit de som der delen, op een nieuwe en verantwoorde manier aan elkaar koppelt tot een breed ingebed verhaal. Hout maakt de inherente verwevenheid tussen stad, land en klimaat zichtbaar en draagt dus bij aan de perceptie en het bewustzijn hiervan. Geen ander materiaal heeft dat in zich. Hout - in de vorm van materiaal of als boom - is namelijk overal en biedt op meerdere niveaus kansen, biotisch en abiotisch, maar juist daardoor brengt houtbouw ook verplichtingen met zich mee.

Dit onderzoek is een poging om alle laatste kennis en inzichten uit de sector te verweven tot één verhaal. Houtbouw heeft door de tegenlicht aflevering een boost aan publiciteit gekregen. Ook de oplevering en ontwikkeling van enkele houten gebouwen - onder andere ook in Amsterdam - heeft de architectonische mogelijkheden van hout een gezicht gegeven. Een groeiend kennisniveau onder een groep architecten, ontwikkelaars en particuliere bouwers ten aanzien van de technische mogelijkheden in combinatie met de kansen die het biedt voor actuele vraagstukken hebben hiervoor gezorgd. Hout heeft de aandacht. Dat moet echter niet afleiden. De kennis over houtbouw is

versnipperd en maar bekend bij een kleine groep believers. Vooralsnog is het aandeel van hout in de Nederlandse bouwsector marginaal. De huidige aandacht is niet representatief voor de sector, waar hout vooral nog wordt ingezet als vloer, kozijn of deur.

Wel heeft deze aandacht de sector aan het denken gezet met de vraag in het achterhoofd: is dit het bouw materiaal van de toekomst? En zo ja, hoe werkt het bouwen met hout, waar moet rekening mee worden gehouden en wat zijn de implicaties? De maatschappij en het klimaat vragen om verandering en houtbouw kan daarin ten aanzien van de stedelijke ontwikkeling een belangrijke bijdrage leveren met name om de volgende redenen:

1 - Hout is dé manier om circulair te bouwen. Hout is veelzijdig, aanpasbaar, eenvoudig te demonteren en is tegelijkertijd oneindig hernieuwbaar. De toepassingen van houtproducten zijn groot en daardoor goed te cascaderen van hoogwaardige bouw materiaal tot aan laagwaardig pulp of energiehout. Bovendien door hout op de juiste manier te bewerken en onderhouden kan het eeuwenlang meegaan. Het demontabele en bewerkbare karakter van hout geven de stad de flexibiliteit waar de 21e eeuw om vraagt. In een circulaire stad fungeren de gebouwen als grondstoffendepot voor toekomstige ontwikkelingen. Daarin lijkt hout op dit moment de aangewezen grondstof te zijn.

2 - Hout slaat CO2 op en heeft daardoor de potentie om de CO2 uitstoot in de bouw sterk terug te dringen. En dat is hoognodig want de bouwsector is één van de meest vervuilende sectoren. Veel aandacht gaat momenteel uit naar operational carbon, de CO2 uitstoot door verbruik van energie in de gebruiksfase. Maar gezien de enorme bouwopgave die er dit decennium in Nederland ligt, is aandacht voor de embodied carbon minstens zo belangrijk. Dat is de CO2 uitstoot die plaatsvindt voor het vervaardigen van materialen en het in elkaar zetten van een product. De bouwsector en zijn uitstoot heeft betrekking op de embodied carbon en is verantwoordelijk voor ongeveer 10% van de totale CO2-uitstoot. Door regeneratief hout in te zetten als bouwproduct wordt aanvankelijk CO2 opgenomen in plaats van uitgestoten. Tegelijkertijd wordt door gebruik van hout een potentieel klimaatintensief bouw materiaal vermeden. Door het langer op te slaan in de vorm van gebouwen geeft dat tijd voor nieuwe aanplant om CO2 te onttrekken, dit zorgt dan dus voor een driedubbelslag. Op dit moment is te maken met veel te hoge concentraties CO2 in de lucht, oftewel nu moet CO2-uitstoot zoveel mogelijk gereduceerd. Inzetten op houtbouw betekent het voor langere tijd opslaan van de opgenomen CO2 voordat het wordt afgegeven aan de atmosfeer door verbranding dan wel ontbinding. Hout stoot CO2 uit aan het einde van zijn levenscyclus, materialen als beton, staal en steen juist aan het begin. Inzetten op hout betekent terugdringen van het aandeel embodied carbon en het vasthouden van CO2 voor langere tijd.

3 - Hout biedt mogelijkheden voor stedelijke ontwikkeling, in het bijzonder verdichting. Hout is een sterk maar ook licht materiaal. Verdichting op bestaande bouw - bijvoorbeeld door een optopping - is relatief eenvoudig omdat constructieve maatregelen ten aanzien van fundering of draagconstructie beperkt zijn door het lichte gewicht. Ook maakt het lichte gewicht het mogelijk om meer volume per vracht te vervoeren dan bijvoorbeeld staal en beton. Dit betekent minder vervoersbewegingen en lichtere machinerie op de bouwplaats. Omdat veel van het werk in de fabriek te prefabriceren is. Hierdoor liggen bouwsnelheden op de bouwplaats hoog vanwege snelle assemblage. Kortom houtbouw geeft relatief weinig overlast ten aanzien van bouwwerkzaamheden en logistiek. Nieuwe technieken maken het daarnaast mogelijk om de Amsterdamse opgave van stedelijke en dichte bouwontwikkelingen vanuit technisch oogpunt aan te kunnen. Tot een hoogte van 40m kan namelijk probleemloos all-timber gebouwd worden. Bovendien door te ontwerpen met het oog op flexibiliteit, aanpasbaarheid en losmaakbaarheid biedt houtbouw kansen voor een robuuste stad van de toekomst.

Afbeelding pag.
88/89/90

Model houten stad

Bron: Hilti

Afbeelding

Berlin Metropolitan
School

Bron: Sauerbruch
Hutton

4 - Houtbouw vraagt en biedt een sterker bewustzijn van de verwevenheid tussen stad, land en klimaat, dit biedt kansen. Stedelijke processen beperken zich niet tot de stadsgrens. Steden zijn geen op zichzelf staande entiteiten, maar zijn sterk verweven met het mondiale netwerk. Dat is een bekend maar wel een abstract en daardoor problematisch verhaal. Immers, juist globalisering met zijn ondoorgrondelijke ketens heeft geleid tot uitbuiting van de planeet. Hout maakt de verwevenheid van stad en land expliciet zichtbaar en voelbaar en dwingt ontwerpers, ontwikkelaars en opdrachtgevers hier zorgvuldig mee om te springen. Ontwerpen aan de stad betekent impliciet ontwerpen aan het landschap. Houtbouw brengt dit naar de oppervlak, maakt het explicieter en bovenal - mits op de juiste manier - laat houtbouw zien dat dit op een synergetische manier kan. Namelijk op een verantwoorde regeneratieve manier grootschalig inzetten op houtbouw betekent een groeiende vraag naar duurzaam hout en biedt kansen voor een toename van duurzaam beheer: de bossen, en dus meer ruimte voor het boshabitat. Hier ligt ook gelijk een groot risico, want teveel marktwerking in het bos kan juist verstoring werken.

Deze vier argumenten laten zien dat houtbouw de potentie heeft en over de handvatten beschikt om het materiaal van de toekomst te zijn. Dat dit naadloos aansluit bij de gemeentelijke ambities en doelstellingen is illustratief. Houtbouw kan een rol spelen als kapstop voor belangrijke programma's zoals Amsterdam Klimaatneutraal, Amsterdam Circulair 2020-2025, De gezonde stad, Ruimte voor de Stad en de Omgevingsvisie. Een ingreep in het systeem met een impact op meerdere fronten. De gemeente heeft de ambities om aan de hand van het donut model van Kate Raworth een circulaire economie te ontwikkelen waarin de planetaire ecologische bovengrens en de sociaal-economische ondergrens wordt gewaarborgd. De huidige bouwsector is nog geworteld in de oude wereld., maar de gemeente is hard aan het werk om via verschillende programma's de stad groener, duurzamer en weerbarstiger te maken. Vanuit die gedachte is het onmogelijk om hout niet te zien als de meest veelbelovende bron zolang andere materialen niet eenzelfde soort prestaties laten zien.

Toch blijft het belangrijk dat met een brede en pragmatische blik naar houtbouw gekeken wordt. Blijf het doel voor ogen zien, hout als materiaal is een middel. Andere materialen hebben niet te negeren specifieke kwaliteiten waar hout op technisch gebied niet aan kan tippen. Zeker in hoogbouw is het goed om te kiezen voor een hybride vorm. De strekking is dat in Amsterdam meer met hout gebouwd moet worden vanwege zijn unieke prestaties en aansluiting bij de grote vraagstukken, maar op welke manier verschilt per locatie, gebouw en andere omstandigheden. Het is belangrijk om nogmaals te benadrukken dat inzetten op houtbouw verplichtingen met zich meebrengt. Groot-schalige houtbouw vraagt om aanpassingen in de sector en zorgt voor nieuwe uitdagingen, die zijn niet gering. Dat betekent dat zorgvuldigheid geboden is om het succes niet in de weg te zitten. Samenwerking, kennisdeling en goede projecten zijn hierin de sleutel.

In dit onderzoek zijn een aantal misvattingen en uitdagingen naar voren gekomen die de sector tegenhoudt om tot wasdom te komen. De grootste misvatting is het idee dat Nederlands hout volledig kan voorzien in de bouwvraag. Nederland is een klein bosland met maar een beperkte houtproductie. We gebruiken verreweg meer hout dan we zelf oogsten. Als met hout wordt gebouwd dan is importeren noodzakelijk. Vooralsnog beschikt Europa over genoeg hout om aan een toenemende vraag te voldoen. Dit zorgt voor een nieuwe dynamiek op de houtmarkt. Welke gevolgen een wereldwijde schaalvergroting van houtbouw voor de houtmarkt met zich meebrengt is ongewis, en dat is gelijk ook een aandachtspunt. Nederland blijft afhankelijk van een internationale markt, schommelingen in de houteconomie en dus onzekerheid over aanhoudende stromen blijven risico's. Dat kan de industrialisatie van de houtbouw voor Nederland in de weg zitten, want zekerheid over een constante afname is wenselijk. Misschien dat in de toekomst een Nederlandse productieketen op gang wordt gezet, maar dat is voor nu nog maar zeer de vraag. Experts vertellen ons dat dit maar een geringe impact zou hebben en het daardoor helemaal niet zeker is dat dit gaat gebeuren. Bossen in Nederland worden intensief gebruikt en vervullen op beperkte schaal meerdere functies. Cultuur en ecologie zijn belangrijke waarden in ons dichtbevolkte land. Vanwege het geringe Nederlandse bosareaal houden veel ogen en organisaties het bosbeheer nauwlettend in de gaten. Dat is terecht, kwalitatieve bossen zijn veel waard in een land waar het slecht gesteld is met de ecologie en biodiversiteit. Nederlandse bosbeheer richt zich dus ook niet op productiebossen die een armere biodiversiteit kennen en minder aantrekkelijk worden bevonden, maar zetten in op

natuurlijke bossen. Voorwaarde voor het bouwen in hout is dat gebruik wordt gemaakt van duurzaam hout met een FSC- of PEFC-certificatie. Dat is in Nederland zowel wat betreft inlands hout als geïmporteerd hout wel op orde. Maar neemt niet weg dat bomenkap en de wijze waarop dit wordt gedaan kritisch bekeken moet worden. Er is altijd sprake van een trade-off tussen het functioneren van het eco-systeem en bomenkap voor houtproductie. Kortom in Nederland is geen sprake van intensieve bosbouw en dat blijft voorlopig ook zo. Voor bijvoorbeeld de Scandinavische landen en landen in midden-Europa is dat een ander verhaal. Bosbouw heeft zich daar sterk ontwikkeld, de ketens zitten rationeel in elkaar en met korte logistieke lijnen op elkaar afgestemd. Door het economische model kent het bos als entiteit automatisch een beschermde status. De houtbouwcultuur is daar bovendien veel sterker. Daar moet de Nederlandse sector gebruik van maken ondanks dat dit hogere CO2-uitstoot tot gevolg heeft vanwege langere transportlijnen. Die vallen dan nog altijd in het niet bij de uitstoot van andere klimaatintensieve materialen als beton en staal, waar ook logistiek mee gemoeid is. Overigens ook in deze landen is altijd sprake van een trade-off tussen ecosysteem en bomenkap, dus helemaal de ogen dichtdoen en uitgaan van het goede van een certificering is te simpel. Hout legt de afhankelijkheden meer bloot dan andere materialen, juist dat zorgt voor een rijker verhaal. Zoals gezegd, ontwerpen aan de stad is ontwerpen aan het landschap.

Andere misvattingen spelen vooral op het gebied van de techniek ten aanzien van brandveiligheid, vocht en geluid. Dat zijn aandachtspunten, maar geenszins zorgwekkend. Een veilig en aangenaam gebouw is in hout goed op te lossen. Daar is alleen kennis over detaillering, bouwconstructie en compartimentering voor nodig. Dat is onderdeel van het ontwerpen met hout, ten opzichte van andere materialen levert dat soms beperkingen en soms juist mogelijkheden ten opzichte van andere materialen. Het binnenklimaat van houten gebouwen worden bijvoorbeeld vaak geprezen. Bouwen in hout levert dus, afgezien van het materiaal, een ander gebouw op. Simpele materiaalsubstitutie in latere fases van een ontwikkelproces is dan ook nooit verstandig. De keuze voor een materiaal moet aan het begin worden gemaakt om uiteindelijk met de juiste uitgangspunten tot het beste resultaat te komen. Wat hier ook bij speelt is de fundamenteel andere inrichting van het proces. De looptijden van de verschillende ontwikkel fases zitten bij houtbouw anders in elkaar. De bulk van het werk zit aan de voorkant, juist omwille goede afstemming tussen installatietechniek, constructie compartimentering, detaillering. Eén van de kenmerken van houtbouw is namelijk het prefabriceren van elementen. Alle technische disciplines zijn daarom in een vroeg stadium bij het project betrokken, als een bouwteam, om alles in een keer gereed te maken. Dit betekent meer tijd aan het begin in de ontwerpfase, maar snellere bouw tijden en minder afstemming en procedures in latere fases.

Het ontbreken van een houtbouwcultuur in Nederland gaat hand in hand met een beperkt kennisniveau, een andere uitdaging. Beperkte kennis in de sector en de geringe ruimte voor experiment en innovatie is hetgeen dat de markt tegenhoudt om op korte termijn meer met hout te bouwen. Vanwege onvoldoende kennis van de keten worden de kosten op dit moment nog hoger geschat dan een betonnen equivalent, waarbij vaak de restwaarde van hout (die bij beton ontbreekt) niet wordt meegenomen. Bij hoogwaardig goed onderhouden houten elementen is de bruikbaarheid hiervan voor de toekomstige stad groot. Houtbouw hoeft niet duurder te zijn, maar de kennis ontbreekt bij architecten, aannemers en projectontwikkelaars en investeerders om de kostprijs concurrerend te maken. Daarnaast staat de bouwsector enorm onder druk met grote financiële belangen, investeringsrisico's en een historisch laag rendement, zeker in een stad als Amsterdam. Deze dynamiek zorgt ervoor dat marktpartijen niet zelf duurzaam innoveren waar de tijd wel om vraagt. Niet alleen ontbreekt de kennis in de bouwsector, maar ook in het onderwijs. Van vakopleidingen tot aan academische instituten. Leerstoelen op het gebied van houtbouw op technische universiteiten of hogescholen in Nederland ontbreken. Onafhankelijke kennis ontbreekt daardoor. Houtbouw heeft een duw in de goede richting nodig om grootschalig van de grond te komen en de schaalbaarheid te vergroten. De gemeente Amsterdam moet zich afvragen welke verantwoordelijkheid zij hierin draagt en in welke vorm en op welke manier zij die verantwoordelijkheid kan pakken ook met het oog op de gemeentelijke doelstellingen.

